

Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el  
fortalecimiento de la argumentación.

Luz Omaira Torres Ramírez

Universidad de Medellín

Facultad de Ciencias Sociales

Maestría en Educación con énfasis en Ciencias Naturales

Medellín

2018

Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación.

Luz Omaira Torres Ramírez

Proyecto presentado como requisito para obtener el título de  
Magister en Educación

Anlly Montoya

Asesor

Universidad de Medellín

Facultad de Ciencias Sociales

Maestría en Educación con énfasis en Ciencias Naturales

Medellín

2018

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a todos los docentes del área de Ciencias Naturales que buscan otras alternativas diferentes para llevar a cabo sus prácticas pedagógicas, dejando de un lado las clases tradicionales y buscando el desarrollo de la competencia argumentativa en las clases de ciencias.

## **Agradecimientos**

Gracias a todas las personas que aportaron al desarrollo de este proyecto de investigación con sus conocimientos y recomendaciones, especialmente a la asesora Anlly Montoya por su proceso de acompañamiento.

Gracias a mi familia por el apoyo brindado y especialmente a la Secretaría de Educación de Medellín por brindarme esta oportunidad.

## Resumen

Este trabajo buscó conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria, utilizando el modelo argumentativo de Toulmin (2007) para la estructura del argumento, y el uso de conectores lógicos argumentativos de acuerdo con Cuenca (1995). Se realizó un estudio cualitativo con una metodología de estudio de caso de Stake (2010). Se inició con la aplicación de un cuestionario semi estructurado para identificar los niveles argumentativos iniciales, posteriormente se diseñó y aplicó la UD del concepto de las leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación; y finalmente se aplicó el mismo cuestionario inicial para analizar los resultados de la UD implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación.

Los datos recolectados fueron obtenidos de los cuestionarios semi estructurados, las actividades de la UD, y el registro de observaciones del docente; el análisis de la información se realizó con la mediación del programa ATLAS.ti dónde se evidenció un incremento en el nivel argumentativo y en el uso de conectores; adicionalmente se presentó una evolución conceptual en los estudiantes.

**Palabras claves:** Argumentación, Toulmin, Unidad Didáctica, leyes de Mendel.

### **Abstract**

This work sought to know to what extent the implementation of a Didactic Unit of the concept of Mendel's Laws contributes to the strengthening of argumentation in secondary school students, using the argumentative model of Toulmin (2007) for the structure of the argument, and the use of argumentative logical connectors according to Cuenca (1995). A qualitative study was carried out with a case study methodology of Stake (2010). It began with the application of a semi-structured questionnaire to identify the initial argumentative levels, then the UD was designed and applied the concept of Mendel's laws to strengthen the argumentation; and finally, the same initial questionnaire was applied to analyze the results of the UD implemented, with respect to the strengthening of the argumentation.

The data collected were obtained from the semi-structured questionnaires, the activities of the UD, and the record of teacher observations; the analysis of the information was carried out with the mediation of the ATLAS.ti program, which showed an increase in the argumentative level and in the use of connectors; In addition, there was a conceptual evolution in the students.

**Keywords:** Argumentation, Toulmin, Didactic Unit, Mendel's laws

**Tabla de Contenido**

	Pág.
Introducción .....	16
Capítulo 1 .....	19
1. Antecedentes .....	19
2. Justificación .....	26
3. Planteamiento del Problema.....	29
4. Objetivos .....	33
4.1. Objetivo General.....	33
4.2. Objetivos Específicos.....	33
Capítulo 2 .....	34
5. Marco Conceptual.....	34
5.1. La Argumentación.....	34
5.2. Otras Teorías Sobre la Argumentación.....	43
5.3. Lineamientos Curriculares .....	46
5.4. Didáctica de la genética .....	50
5.5. El concepto de Leyes de Mendel .....	52
Capítulo 3 .....	57
6. Diseño Metodológico .....	57
6.1. Tipo de Estudio .....	57
6.2. Contexto.....	59
6.3. Participantes.....	60

6.4. Diseño o Abordaje Principal.....	61
6.5. Procedimiento .....	62
6.5.1 Unidades Didácticas.....	63
6.6. Proceso de recolección de datos.....	71
6.7. Sistematización de Resultados .....	74
Capítulo 4.....	79
7. Análisis y Discusión .....	79
7.1. Categorías de Análisis.....	80
Nivel argumentativo.....	80
Uso de conectores argumentativos.....	87
Capítulo 5 .....	113
8. Conclusiones .....	113
9. Recomendaciones.....	116
Referencias.....	117
<b>Anexos.....</b>	<b>124</b>
Anexo 1. Cuestionario semi estructurado .....	124
Anexo 2. Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel.....	130
Anexo 3. Consentimiento informado.....	151
Anexo 4. Códigos programa Atlas.Ti. ....	154
Vita.....	176

## Listado de Tablas

Tabla 1. Escala de niveles argumentativos .....	42
Tabla 2. Tipos de conectores argumentativos .....	45
Tabla 3. Plan de campo .....	72
Tabla 4. Matriz de resultados .....	75
Tabla 5. Niveles de argumentación en cada participante .....	80
Tabla 6. Uso de conectores argumentativos .....	88
Tabla 7. Codificación de los conectores argumentativos para las representaciones gráficas. ....	88
Tabla 8. Uso de conectores argumentativos .....	89
Tabla 9. Conceptos .....	98
Tabla 10. Codificación de los conceptos .....	99
Tabla 11. Proceso conceptual codificado .....	99
Tabla 12. Representaciones genealógicas .....	108

## Listado de Figuras

- Figura 1. Modelo argumentativo de Toulmin (2007); contiene datos (D), garantía (G), sustento (S), calificadores modales (Q), conclusiones (C) y refutaciones (R) de un argumento. Fuente: Toulmin (2007). ..... 40
- Figura 2. Línea del tiempo de la Genética con los conceptos más relevantes. Fuente: Cruz-Coke (2003). ..... 55
- Figura 3. Modelo para la elaboración de Unidades Didácticas propuesto por Tamayo et al (2011). Inicia con ideas previas, evolución conceptual, múltiples modos semióticos y TIC, finalmente historia y epistemología de un concepto. .... 65
- Figura 4. Modelo estructural de la evolución conceptual de la Unidad Didáctica, en la que se encuentran 3 momentos de la Unidad Didáctica con sus cuatro componentes para que exista una evolución conceptual. Álvarez (2013). ..... 67
- Figura 5. Convenciones de cada una de las actividades de la Unidad Didáctica para lograr evolución conceptual. Fuente: Álvarez (2013). ..... 69
- Figura 6. Esquema de la estrategia donde se encuentra el cuestionario inicial, cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final. Fuente: Autor. .... 70
- Figura 7. Resumen de las fases de implementación de la estrategia con sus respectivos objetivos. Fuente: Autor. .... 71
- Figura 8. Comparación y relación entre las categorías de análisis. Fuente: Autor. .... 73
- Figura 9. Nivel argumentativo para E1, E2 y E3, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) dónde se muestra

que en el cuestionario inicial (C.I.) y momento 1 se encontraban en nivel 1 de argumentación, pero a partir del momento 2 alcanzaron el nivel 2 de argumentación.

Fuente: Autor ..... 82

Figura 10. Nivel argumentativo para E6, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) donde presentó nivel argumentativo 1 desde el cuestionario final hasta el momento 3, sin embargo, en el cuestionario final presenta respaldos ubicándose en el nivel argumentativo 2.

Fuente: Autor ..... 83

Figura 11. Nivel argumentativo para E9 y E10, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) Los participantes E9 y E10 desde el cuestionario inicial hasta el momento 3 presentaron nivel argumentativo 2, sin embargo, en el cuestionario final ambos expresaron refutaciones ubicados en el nivel argumentativo 3. Fuente: Autor. .... 84

Figura 12. Nivel argumentativo para E4 y E5, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.), los participantes E4 y E5 desde el cuestionario inicial hasta el momento 2 presentan nivel de argumentación 1, pero incrementa en el momento 3, hasta llegar al nivel 3 en el cuestionario final presentando refutaciones débiles. Fuente: Autor. .... 85

Figura 13. Niveles argumentativos en el cuestionario inicial, los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final. En la gráfica se encuentran los participantes representados desde E1 a E10 en el eje x, en el eje y de la gráfica se

encuentran los niveles argumentativos 1, 2, y 3. Fuente: Autor, en base a Osborne, Erduran y Simon (2004)..... 86

Figura 14. Comparación de los niveles argumentativos en el cuestionario inicial y cuestionario final en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10. Fuente: Autor ..... 87

Figura 15. Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) en los participantes E3, E4 y E5, dónde se evidencia el incremento en el uso de conectores argumentativos desde el cuestionario inicial hasta el cuestionario final. Fuente: Autor ..... 91

Figura 16. Uso de conectores argumentativos del participante E1 en el cuestionario inicial (C.I.), los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) dónde se observa que comienza a utilizar conectores argumentativos después del Momento 2, en el momento 3 expresa pocos conectores, pero en el cuestionario final utiliza conectores de garantías, incrementando nuevamente uso de conectores argumentativos. Fuente: Autor..... 92

Figura 17. Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) para el participante E2 , quién inicia con la utilización de pocos conectores argumentativos, pero a partir del momento 2 incluye conectores de respaldo incrementando el uso de conectores. Fuente: Autor. .... 93

- Figura 18. El participante E9 en el cuestionario inicial (C.I.) presentó uso de conectores argumentativos, en los momentos 1 y 3 disminuyó su utilización, y en el momento 2 y cuestionario final (C.F.) incrementó considerablemente su uso. Fuente: Autor... 94
- Figura 19. El participante E10 inició utilizando pocos conectores argumentativos, sin embargo, en el cuestionario final (C.F.) se evidencia un elevado incremento en la utilización de estos conectores. Fuente: Autor ..... 95
- Figura 20. En el eje x se encuentran los participantes enumerados de E1 a E10, en el eje y se encuentra el uso de conectores argumentativos. Fuente: Autor ..... 96
- Figura 21. Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.) y cuestionario final (C.F.), en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10 en el eje x. Fuente: Autor ..... 97
- Figura 22. El participante E8 no maneja conceptos en el cuestionario inicial (C.I.), momentos 1 y 2. sin embargo, en el momento 3 maneja algunos conceptos de genética, pero disminuye nuevamente su uso en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor ..... 100
- Figura 23. El participante E1 en el cuestionario inicial y momento 1 manejó pocos conceptos, sin embargo, desde el momento 2 incrementó el uso de conceptos sobre genética. Fuente: Autor. .... 101
- Figura 24. Los participantes E2, E3, E4 y E5 incrementan el uso de conceptos desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor ..... 102
- Figura 25. Los participantes E6 y E7 no presentaron manejo conceptual sobre genética, en el cuestionario inicial (C.I.), momento 1 y 2; sin embargo, a partir del momento 3

y cuestionario final (C.F.) se evidenció un incremento en el uso de conceptos.

Fuente: Autor. .... 103

Figura 26. El participante E9 desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.) muestra mayor uso de conceptos sobre genética. Fuente: Autor. .... 104

Figura 27. El participante E10 incrementó el uso de conceptos sobre genética desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor. .... 105

Figura 28. El gráfico de barras contiene en el eje x los participantes enumerados de E1 a E10, en el eje y se encuentra el uso de conceptos después de realizar la codificación. Fuente: Autor. .... 106

Figura 29. El gráfico de barras representa el uso de conceptos en el cuestionario inicial (C.I.) y el cuestionario final (C.F.) en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10. Fuente: Autor. .... 107

Figura 30. Representación genealógica de E2 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I.).Fuente: Autor. .... 109

Figura 31. Representación genealógica de E2 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.).Fuente: Autor ..... 109

Figura 32. Representación genealógica de E5 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I.). Fuente: Autor. .... 110

Figura 33. Representación genealógica de E5 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor. .... 110

Figura 34. Representación genealogica de E7 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I.). Fuente: Autor. .... 110

Figura 35. Representación genealogica de E7 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor. ....	110
Figura 36. Representación genealogica de E9 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I.). Fuente: Autor. ....	111
Figura 37. Representación genealogica de E9 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.) Fuente: Autor. ....	111
Figura 38. Representación genealogica de E10 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I.). Fuente: Autor. ....	111
Figura 39. Representación genealogica de E10 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor. ....	111

## Introducción

En la enseñanza de las Ciencias Naturales diferentes autores se han preocupado por la argumentación en el aula y las dificultades que presentan los estudiantes al momento de emitir juicios o asumir posturas en temas científicos. Dentro de ellos se encuentra Candela (1991) quien investigó sobre la necesidad de entender, explicar y argumentar en la actividad experimental con estudiantes de básica primaria; Sarda y Sanmartí (2000) generaron propuestas didácticas para ayudar a los estudiantes a elaborar textos argumentativos en las clases de ciencias.

En cuanto a la enseñanza de la argumentación científica escolar, Revel-Chion *et al.* (2005) realizaron un trabajo cuyo objetivo era reseñar diversas investigaciones e innovaciones durante cuatro años, en torno a la enseñanza de la argumentación científica escolar; en el que concluyeron que es necesario diferenciar el procedimiento cognitivo-lingüístico de la argumentación, de otros procedimientos científicos como la definición, la descripción o la formulación de hipótesis. La tesis realizada por Pinzón y Sarmiento (2014) pretendió realizar una revisión histórica acerca de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios utilizando el modelo argumentativo de Toulmin (2007).

Este trabajo de investigación no es ajeno a esa preocupación y tuvo como propósito conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria, para lograrlo fue necesario identificar los niveles argumentativos iniciales de los estudiantes, por medio de un cuestionario semi estructurado; posteriormente, se diseñó y aplicó una Unidad Didáctica (UD) del concepto

de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes estructurada bajo el modelo de Álvarez (2013); y finalmente, se analizaron los resultados de la UD implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación.

Complementando lo anterior, se logró identificar la necesidad de implementar una estrategia didáctica que permitiera fortalecer la competencia argumentativa, ya que se ha evidenciado en las prácticas de aula la dificultad que presentan los estudiantes al momento de expresar sus opiniones o puntos de vista, emitir juicios y asumir posturas en debates, escritos, exposiciones, foros y los bajos resultados en las pruebas escritas internas y externas; a partir de dichos hallazgos surgió la pregunta: ¿En qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria?, interrogante que se logró resolver con el desarrollo del proyecto en presentación.

Después del análisis de los datos obtenidos durante todo el proceso investigativo, se concluyó que la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las leyes de Mendel permitió incrementar el nivel argumentativo en los estudiantes, evidenciándose el uso de conectores argumentativos que facilitaron la introducción de datos, garantías, calificadores modales, conclusiones y refutaciones para el modelo argumentativo de Toulmin.

Por otra parte, en cuanto al uso de conceptos, el estudio demostró que el modelo de Unidad Didáctica de Álvarez (2013) logró una evolución conceptual; sin embargo, fue necesario realizar una modificación a este modelo teniendo en cuenta el contexto de los

estudiantes y su bajo nivel de autonomía, incluyendo una intervención del docente con clase magistral para explicar conceptos que contienen procesos matemáticos como los ejercicios de cruces mono híbridos y di híbridos de las leyes de Mendel.

Además, las implicaciones de este estudio en la enseñanza de las Ciencias Naturales son diversas; primero, brinda un modelo de Unidad Didáctica que se enfoca en la evolución conceptual y el trabajo en equipo permitiendo el paso de modelos iniciales o ideas previas a modelos conceptuales más evolucionados. En segundo lugar, logra el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria a través del modelo argumentativo propuesto por Toulmin (2007). Y finalmente, es una estrategia que le permite a los docentes de Ciencias Naturales innovar en sus clases, dejando a un lado el modelo tradicional o conductista para lograr un proceso de aprendizaje en los estudiantes.

## Capítulo 1

### 1. Antecedentes

Con el fin de identificar los trabajos previos, en relación con el tema de argumentación en las clases de Ciencias Naturales, se realizó un rastreo de datos a través del cual se identificaron los avances y el estado actual de dicho estudio. Estos fueron organizados de tal manera, que inician con los antecedentes que permiten entender el conocimiento relacionado con la argumentación, seguido de la explicación de la metodología, yendo más profundamente sobre sus componentes; finalmente muestra la argumentación, sus ventajas sobre el mejoramiento de las características educativas y el entendimiento de los alumnos; siguiendo esta organización descrita, los estudios que se consideraron más relevantes se retoman a continuación:

#### **Entender, explicar y argumentar**

Candela (1991) investigó sobre la necesidad de entender, explicar y argumentar en la actividad experimental con estudiantes de básica primaria; realizó un análisis de un estudio etnográfico que inició en 1985, con estudiantes de quinto de primaria en la ciudad de México, y el trabajo de 13 profesores de Ciencias Naturales; a través de la metodología cualitativa y descriptiva analizó la interacción de los actores en un contexto cotidiano de enseñanza de la ciencia, estudiando las situaciones en las que los niños formulaban explicaciones diversas y argumentan sus puntos de vista sobre el Sistema Solar; concluyó que en clase se genera una dinámica de argumentaciones y elaboraciones

explicativas poco comunes en la escuela; entendiendo “argumentación como la articulación de intervenciones, dentro de un discurso, con la intención de convencer a otros sobre un punto de vista” (Billing, 1987, citado por Candela, 1991, p. 15), lo que implica asumir una postura con la conciencia de que existe una opinión diferente a la propia. Sin embargo, el estudio no evidenció modelos cognitivos personales.

La investigación realizada por Candela (1991) es importante porque define una secuencia que se realiza en un aula de clase donde se evidencia un proceso argumentativo general, iniciando con los modelos explicativos o saberes previos de los estudiantes, pasando por contraejemplos y analogías para asumir posturas y problematizar un modelo establecido como el Sistema Solar o metodológicamente se podría aplicar al concepto de las Leyes de Mendel.

Otra investigación relevante para el desarrollo de la argumentación en estudiantes fue realizado por Sarda y Sanmartí (2000), donde su objetivo era generar propuestas didácticas para ayudar a los estudiantes a elaborar textos argumentativos en las clases de ciencias; en el cual los resultados hallados mostraron que, en cuanto al patrón estructural o anatomía del texto argumentativo, la mayoría de las producciones de los estudiantes fueron secuencias textuales argumentativas con casi todos los conectores del tipo lógico-argumentativo. “Los conectores lógico-argumentativos tienen la función de garantizar el encadenamiento de los argumentos y articularlos en el discurso del otro, pueden ser implícitos o explícitos de tipo causal y consecutivo o contrastivos” (Schneuwly, 1988, p. 122). Sin embargo, encontraron grandes dificultades en los estudiantes al momento de

seleccionar argumentos desde el punto de vista científico, mostrando evidencias o sustentos desde sus preconcepciones.

Sarda y Sanmartí (2000) consideraron que todo proceso de enseñanza y aprendizaje es fundamentalmente un proceso de regulación continua: de la enseñanza, porque el docente debe poder identificar las necesidades del estudiante, y proporcionarle herramientas para ayudarlo a satisfacerlas; y del aprendizaje, porque el propio estudiante debe reconocer sus dificultades y encontrar caminos para superarlas. Esta investigación brindó al estudio desarrollado y presentado en el presente documento, herramientas para organizar los textos de forma lógica empleando conectores en los argumentos, brindándole importancia a la estructura del texto para lograr un acercamiento al modelo de Toulmin.

Revel Chion *et al.* (2005), realizaron una investigación cuyo objetivo era reseñar diversas investigaciones e innovaciones que se han realizado desde hace cuatro años, en torno a la enseñanza de la argumentación científica escolar. En el que concluyen que es necesario diferenciar el procedimiento cognitivo-lingüístico de la argumentación, de otros procedimientos científicos como la definición, la descripción o la formulación de hipótesis. Y, por otra parte, indicaron que el trabajo explícito sobre la argumentación, desde un nivel metateórico, ayudó a los estudiantes y profesores a reconocer la importancia de este procedimiento científico en la elección entre teorías (el llamado juicio científico) y, por tanto, a la misma producción de la ciencia.

La estrategia de trabajar el ‘hablar ciencia’, como indicaron los autores en su investigación, contribuyó a que estudiantes y profesores fueran capaces de diferenciar las

tipologías textuales que solo aportan datos, de otras que simplemente narraban una historia, y cuáles de ellas tenían como objetivo persuadir al destinatario de su potencia explicativa. Siendo importante la estructura del texto argumentativo para asumir una postura; en tal sentido, aportó a este trabajo de investigación la necesidad de asumir un modelo que permitió validar los argumentos de otros procesos cognitivo-lingüísticos.

La tesis realizada por Pinzón y Sarmiento (2014) tuvo por objetivo realizar una revisión histórica, acerca de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, que permitió identificar los elementos que aporta la historia de las ciencias a la consolidación de propuestas de enseñanza, y que fortaleció los procesos argumentativos en estudiantes de secundaria. Dentro de sus objetivos específicos se encontró el análisis de la estructura de los escritos elaborados por estudiantes de grado décimo sobre el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios desde el modelo argumentativo propuesto por Toulmin. De acuerdo con los hallazgos reportados por los investigadores se encontró que las actividades permitieron a los estudiantes establecer relaciones entre la frecuencia de los rasgos observados del árbol genealógico de la familia con otros esquemas, adicionalmente, se fortalecieron las habilidades de pensamiento y las competencias comunicativas y argumentativas.

Los investigadores concluyeron que el recorrido histórico en torno a la transmisión de rasgos hereditarios permitió evidenciar concepciones ontológicas y epistemológicas que se traducen en: diferentes visiones de la naturaleza, formas distintas de estudiar lo vivo y maneras particulares de explicar los fenómenos biológicos. Esta investigación es importante porque aportó a la formación de docentes en Ciencias

Naturales en lo referente a estrategias de aula sobre la transmisión de rasgos hereditarios y construyó una propuesta de enseñanza del fenómeno a estudiantes de grado décimo, que permitió el fortalecimiento en ellos de habilidades y competencias fundamentales en la enseñanza de las ciencias naturales como son los procesos argumentativos. Y en el caso de esta investigación, fortaleció la idea de la utilidad del modelo argumentativo de Toulmin, y de esta manera mejorar la competencia argumentativa en el área de Ciencias Naturales.

### **Desarrollo de la competencia argumentativa**

Diferentes autores se han referido a la importancia que tiene el desarrollo de la competencia argumentativa en educación. Angeitos, Puig y Calvo-Peña (2016) presentaron el diseño de una Unidad Didáctica (UD) para secundaria cuyo objetivo principal fue el aprendizaje de genética y enfermedades humanas en interacción con el desempeño de prácticas científicas de argumentación y modelización. Dicha UD pretendió servir como recurso al docente de ciencias interesado en introducir las prácticas científicas y el pensamiento crítico para promover la toma de decisiones; como resultado de la implementación de la estrategia diseñada se encontró, que, en el momento inicial, estos autores presentaron una propuesta didáctica para trabajar enfermedades con componente genético, en el cual realizaron un pre test que indicó que la mayoría de los estudiantes presentaba una visión distorsionada de lo que es un modelo de la célula eucariota en ciencias, en cuanto a la complejidad estructural y sus componentes. Respecto a la opinión que muestran acerca de las enfermedades, la mayoría relacionaban éstas exclusivamente con la genética, sin mencionar la influencia de factores ambientales.

El realizar la modelización de expresión de genes ayudó a los estudiantes a elaborar una explicación sobre los mecanismos que intervienen en la expresión de los genes y a establecer relaciones entre los elementos involucrados. Adicionalmente, al dividir la población de estudio de 20 estudiantes en cinco equipos de cuatro integrantes, permitió analizar más a fondo el informe escrito de cada equipo de trabajo, y se evidenció diferencias entre ellos a la hora de recomendar o no el test genético a los hipotéticos pacientes.

Se encontró que los estudiantes se centraron en describir y explicar los datos aportados, pero no todos los grupos fueron capaces de justificar adecuadamente las conclusiones a las que llegaron. El análisis de los informes escritos mostró que los estudiantes elaboraron distintas narrativas con base a datos suministrados y otros datos nuevos que incorporaron (históricas, evolutivas, etc.).

Como conclusión el estudio de investigación indicó que integrar las prácticas de modelización y de argumentación al aprendizaje de temas de salud relacionados con la genética implicó la utilización de un enfoque de enseñanza en el que primaron los procesos de razonamiento frente a los resultados; la utilización de un pre test, herramienta que permitió contrastar el estado inicial respecto a los avances obtenidos en el desarrollo de la argumentación al evidenciar el cambio de modelos explicativos o saberes previos de los estudiantes en modelos conceptuales. Para Angeitos, Puig y Calvo-Peña (2016) el análisis de los conocimientos didácticos para la transferencia significativa de prácticas científicas requiere ser investigado en profundidad para lograr la efectiva implementación de secuencias como esta.

Para efectos de esta investigación, los aportes de los autores radican en la importancia que tiene el diseño de una estrategia en la que prima el proceso y no los resultados en la búsqueda del fortalecimiento de la competencia argumentativa con el fin de lograr un aprendizaje en los estudiantes. Por otro lado, permitió identificar la importancia de incluir en la propuesta actividades que fomentaran el trabajo cooperativo, y proponer situaciones que se encuentran relacionadas con el contexto de los estudiantes. El uso que hacen los investigadores del cuestionario inicial, permitió enfocar adecuadamente las preguntas para identificar los modelos, los cuales facilitarían la identificación de modelos explicativos o saberes previos de los estudiantes.

## 2. Justificación

Con este trabajo de investigación se pretendió conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes del grado noveno de la I.E. El Limonar, en el área de Ciencias Naturales. Inicialmente se realizó la aplicación de un cuestionario semi estructurado para identificar los niveles de argumentación iniciales que tenían los estudiantes, seguido del diseño y aplicación de una Unidad Didáctica del concepto de las leyes de Mendel basada en el modelo de evolución conceptual propuesta por Álvarez (2013), concepto importante por la cantidad de modelos que han sido contruidos para explicar la herencia, los avances científicos y su impacto económico y social; y se finalizó con la aplicación del cuestionario semi estructurado con el fin de analizar los resultados de la Unidad Didáctica implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.

Como lo afirman Mejía, Abril y Martínez (2013, p.16), “es necesario argumentar en la clase de Ciencias Naturales porque el discurso ayuda a construir conocimiento científico, promueve la interacción social y desarrolla procesos de pensamiento a través del lenguaje jugando un papel importante en la construcción de explicaciones, modelos y teorías”.

Una de las principales razones para enseñar argumentación en la clase de Ciencias Naturales, de acuerdo con Dankert y Ratcliffe (2008 citados por Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007), es que los estudiantes deben tener una idea clara de lo que significa la

ciencia, especialmente la naturaleza social del conocimiento científico, y para ello se hace necesario que los jóvenes construyan y analicen argumentos científicos con implicación social para que puedan emitir juicios o asumir posturas frente a un tema determinado; el nivel argumentativo se puede evidenciar con la presencia de elementos del modelo argumentativo de Toulmin como datos, garantías, respaldos, conclusiones y refutaciones, utilizando la escala valorativa propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004) .

Por otra parte, en la Institución objeto de estudio se realizan diferentes actividades y proyectos pedagógicos para dar cumplimiento a la fundamentación del Proyecto Educativo Institucional (PEI), específicamente el análisis de los resultados históricos del ICFES Interactivo en el día de la excelencia educativa, Día E, en el año 2017 que mostraron un nivel bajo en la competencia argumentativa; y por lo cual es importante realizar aportes tales como el presentado en este estudio.

Con el fin de dar cumplimiento a la pretensión de esta investigación fue necesario implementar una estrategia didáctica que permita fortalecer la competencia argumentativa, ya que se ha evidenciado en las prácticas de aula la dificultad que presentan los estudiantes al momento de expresar sus opiniones o puntos de vista, emitir juicios y asumir posturas en debates, escritos, exposiciones, foros y los bajos resultados en pruebas escritas internas y externas.

Es deber de la escuela desarrollar las competencias en los estudiantes para fortalecer su proyecto de vida. Cabe afirmar que tradicionalmente las actividades escolares se han centrado en el aprendizaje de los conceptos, pero como lo afirma Toulmin (2007), el futuro les pertenece a los individuos que sean capaces de sustituir el

rigor teórico, es decir la parte racional, por un equilibrio entre los valores y los ideales que se encuentran relacionados con la razonabilidad y las pruebas o argumentos.

Adicionalmente es importante resaltar que la población objetivo del presente estudio desarrollado, son los estudiantes, a quienes se les pudo aportar con una herramienta eficiente, por medio de la cual se facilita su educación y entendimiento de temas tan complejos como las Leyes de Mendel; aportando de esta manera al desarrollo personal y profesional de cada uno de los estudiantes que reciban este tipo de unidades didácticas.

### 3. Planteamiento del Problema

La Institución Educativa El Limonar se encuentra ubicada en el corregimiento de San Antonio de Prado de la ciudad de Medellín, comuna 80 y es de carácter oficial. Los estudiantes en su mayoría pertenecen a los estratos socio económicos 1 y 2. El modelo pedagógico de la institución es social crítico, en este modelo se pretende que los estudiantes desarrollen sus capacidades cognitivas en torno a las necesidades sociales, sin embargo, aún se encuentra en etapa de construcción y apropiación por parte de la comunidad educativa. La institución se rige por políticas públicas como Expedición Currículo, una propuesta de la secretaria de educación de Medellín; el programa Todos Aprender (PTA); leyes y decretos generales de educación como la ley 115, decretos: 1278, 1290 y 1860.

Expedición Currículo es un proyecto de la Secretaria de Educación de Medellín que contiene una serie de documentos orientadores para el desarrollo curricular en las diferentes áreas del conocimiento. Es un trabajo realizado por maestros para maestros que responde a las preguntas esenciales del quehacer educativo tales como ¿Qué enseñar a nuestros estudiantes? ¿Cómo enseñar de manera tal que se fomente un aprendizaje con sentido en los niños, niñas y jóvenes? ¿Cómo enseñar en y para la vida en sociedad desde un enfoque de las habilidades sociales y la ética para el cuidado? ¿Qué y cómo evaluar los saberes adquiridos por los educandos en la escuela? Contiene los elementos disciplinares, pedagógicos y didácticos de cada una de las áreas obligatorias y fundamentales.

En concordancia con el Proyecto Educativo Institucional (PEI), el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental busca desarrollar los procesos: observar, describir, relacionar, conceptualizar, clasificar, interpretar, analizar, razonar, argumentar y proponer. En la Institución se realizan diferentes actividades y proyectos pedagógicos para dar cumplimiento a la fundamentación del plan de estudios, sin embargo, aún se evidencia la falencia que tienen los estudiantes en los procesos argumentativos en actividades evaluativas institucionales como exámenes de periodo, exposiciones, debates, foros y escritos registrados en los diarios de campo de los docentes; a esto se le suma la implementación de un modelo conductista tradicional, por parte de los docentes, en el proceso de enseñanza- aprendizaje que no favorece el desarrollo de la competencia argumentativa; contrario a lo que se propone desde la fundamentación ideológica y legal de la institución educativa.

El día E o día de la Excelencia Educativa realizada en Colombia desde el año 2015, en la cual cada colegio se concentra en saber cómo están sus procesos y resultados, y pueda acordar acciones conjuntas para alcanzar la Excelencia Educativa, con el apoyo de las Secretarías de Educación y el acompañamiento del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Tiene como propósito analizar los cambios del Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE) y los avances en el Mejoramiento Mínimo Anual -MMA- para trazar estrategias y metas de mejoramiento, consolidar estrategias pedagógicas propias y las ofrecidas por el MEN como apoyo a los colegios en el reconocimiento de fortalezas y dificultades y promover la lectura y la escritura como puntos de encuentro en las

prácticas educativas de todas áreas del conocimiento. En el análisis institucional de estos indicadores de calidad se evidenció un nivel mínimo en la competencia argumentativa.

Los estudiantes se enfrentan a una realidad que se encuentra en constante cambio y deben tener la capacidad de cuestionar o refutar teorías presentando argumentos con respaldos o garantías; en la vida cotidiana aparece en muchos escenarios las prácticas argumentativas, tanto en el aspecto social, familiar, personal, como laboral. Se hace necesario tener la capacidad de rectificar las ideas y examinarlas de modo crítico. Sardá y Sanmartí (2000) citados por Buitrago, Mejía y Hernández (2014, p.34), indican que la argumentación favorece la comprensión de temas científicos, ya que es necesario relacionar los conceptos con problemáticas reales del entorno; estructura diferentes formas de razonamiento; mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia; potencia el pensamiento crítico; adicionalmente favorece el aprendizaje en los estudiantes.

Como lo indica Molina (2012), otros autores (Newton et al., 1999; Sadler, 2006; Osborne, 2010) sostienen que, aunque la argumentación y el debate son comunes y centrales en la ciencia, aún se encuentran ausentes de las prácticas del aula. El discurso está ampliamente dominado por monólogos de parte de los profesores en Ciencias Naturales.

Se encontró que los estudiantes presentan dificultad para realizar construcciones textuales en oraciones o mostrar argumentos y asumir postura frente a un tema específico; a partir de dichos hallazgos surge la necesidad de crear un proyecto de investigación que permita fortalecer la argumentación en los estudiantes, a través de una estrategia pedagógica que sea coherente con el modelo pedagógico institucional y las

prácticas de aula; orientado desde una pregunta inicial: ¿En qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria?, interrogante que se responde a través de este proyecto de investigación, implementando una Unidad Didáctica del concepto de las leyes de Mendel con el propósito de fortalecer la argumentación en los estudiantes y lograr una evolución conceptual, utilizando la escala valorativa del modelo argumentativo de Toulmin (2007) propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004) para identificar los niveles argumentativos que tienen los estudiantes, y el uso de conectores argumentativos de acuerdo con Cuenca (1995).

Adicionalmente, este proyecto brinda una herramienta a los docentes de Ciencias Naturales para transformar las prácticas tradicionales, y fomentar que se dé el aprendizaje como construcción, en lugar de un aprendizaje mecanicista, de acuerdo con las teorías de Ausubel, quién afirma que existen estructuras mentales que el sujeto construye, a partir de saberes previos o modelos explicativos, posteriormente ocurre una construcción de significados donde los estudiantes transforman esos modelos en estructuras conceptuales.

## **4. Objetivos**

### **4.1.Objetivo General**

Conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria.

### **4.2.Objetivos Específicos.**

- Identificar los niveles argumentativos iniciales de los estudiantes a través de un cuestionario semi estructurado.
- Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.
- Analizar los resultados de la Unidad Didáctica implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.

## Capítulo 2

### 5. Marco Conceptual

Este capítulo aborda los conceptos que fundamentan esta propuesta, por un lado la argumentación desde diferentes autores, específicamente el modelo argumentativo de Toulmin (2007) o TAP por sus siglas en inglés TOULMIN'S ARGUMENT PATTERN, así como los niveles argumentativos propuestos por Osborne, Erduran y Simon (2004); en Segundo lugar el modelo de Unidad Didáctica, a partir del cual se estructuró la propuesta de intervención de evolución conceptual propuesta por Álvarez (2013); en tercer lugar los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional sobre la fundamentación y planeación del área de Ciencias Naturales brindando orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular, desde el preescolar hasta la educación media; y, finalmente las leyes de transmisión de caracteres establecidas por Gregor Mendel.

#### 5.1.La Argumentación.

Los estudiantes se enfrentan a una realidad que se encuentra en constante cambio y deben tener la capacidad de cuestionar o refutar teorías presentando argumentos con respaldos o garantías; en la vida cotidiana aparece en muchos escenarios las prácticas argumentativas, tanto en el aspecto social, familiar, personal, como laboral. Se hace necesario tener la capacidad de rectificar las ideas y examinarlas de modo crítico.

En el desarrollo de esta investigación, en relación a la argumentación, se tomó principalmente la afirmación de Chamizo (2007, p. 138) quien estableció que, “para argumentar, es necesario que el estudiante tenga una secuencia de pensamiento a partir de lo que tiene, lo que quiere probar y cómo puede hacerlo”. Es importante para esta investigación la evolución conceptual de la argumentación en Ciencias Naturales, en tal sentido, se realiza una definición del concepto desde diferentes autores incluyendo modelos y escalas para evaluarlo.

Por otra parte, según la RAE, argumentar es aducir, alegar, dar argumentos. El argumento es el razonamiento para probar o demostrar una proposición, o para convencer de lo que se afirma o se niega (2014).

Un argumento se refiere a los discursos que un estudiante o un grupo de estudiantes producen cuando deben articular o justificar sus conclusiones o explicaciones, mientras que la argumentación alude al proceso de elaboración de esos discursos (Osborne, Erduran y Simon, 2004 citado por Pinochet 2015). Existen diferentes autores que se han referido a la argumentación. Entre ellos se encuentra Habermas (1994) quien desarrolla el concepto de "racionalidad comunicativa", que apunta a dar cuenta de la capacidad que tiene el discurso argumentativo de generar consenso sin coaccionar, si se lleva a cabo dentro de una comunidad racionalmente motivada.

Adicionalmente la teoría de Popper (1962), ilumina el marco teórico desde el cual abordar el estudio de la argumentación al indicar que debemos desarrollar la disposición a rectificar nuestras ideas y a examinarlas de modo crítico, aceptando la crítica objetiva e incluso buscándola activamente. “El resultado es una concepción de sociedad abierta y

plural, basada en la apertura a la crítica, en la tolerancia, en el rechazo de cualquier tipo de autoritarismo y de dogmatismo”. (Popper, 1994, citados por Cademartori y Parra, 2000, p. 71).

Plantin (2014) define la argumentación como una actividad relacionada con el lenguaje, por lo tanto, la argumentación contiene un razonamiento, es decir una actividad cognitiva, está vinculada con la demostración, que se desarrolla en lenguajes formales. La argumentación juega un papel muy importante en el aprendizaje de los conceptos científicos, pues lleva, como lo indican Sardá y Sanmartí (2000) citados por Buitrago, Mejía y Hernández (2014, p.34), a observar que en la situación de la enseñanza-aprendizaje se:

- Favorece su comprensión, ya que es necesario relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales.
- Estructuran diferentes formas de razonamiento.
- Mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
- Potencia y beneficia la capacidad de comunicación.
- Estimula el pensamiento crítico y la capacidad de decisión.
- Favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos

Como lo indica Molina (2012), otros autores (Newton et al., 1999; Sadler, 2006; Osborne, 2010) sostienen que, aunque la argumentación y el debate son comunes y centrales en la ciencia, aún se encuentran ausentes de las prácticas del aula. El discurso

está ampliamente dominado por monólogos de parte de los profesores en Ciencias Naturales.

En el contexto de la enseñanza de las ciencias, muchos autores han señalado el estrecho vínculo entre las prácticas argumentativas de los estudiantes y su capacidad para hacer ciencia (Jiménez Aleixandre et al., 2000; Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003; Jiménez Aleixandre y Puig, 2010 citados por Molina, 2012.).

Atendiendo a la importancia de estas prácticas argumentativas, ha habido un crecimiento constante de las intervenciones basadas en la argumentación dentro de la educación científica.

Jiménez Aleixandre y Erduran (2007) postulan que la argumentación en la clase de ciencias es fundamental para el aprendizaje significativo ya que permite participar en procesos cognitivos y metacognitivos, desarrollar las competencias comunicativas, fortalecer el razonamiento crítico de los alumnos, apoyar y sustentar la comprensión de la cultura y las prácticas científicas, e incentivar la alfabetización científica.

Finalmente, Toulmin (2007), quien tiene una postura epistemológica moderada (Aprendizaje como argumentación), hace referencia a la importancia de la argumentación en ciencias, y aborda la relación entre lenguaje y ciencia.

“Que, en la ciencia y la filosofía por igual, la preocupación exclusiva por la sistematicidad lógica ha resultado destructiva para la comprensión histórica y la crítica racional. Los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos y creencias en rígidas estructuras formales, sino por su disposición a responder a

situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de sus procedimientos anteriores y superándolos”. (Toulmin, 2007. p. 12)

Para este autor, el futuro le pertenece a los individuos que sean capaces de sustituir el rigor teórico, es decir la parte racional, por un equilibrio entre los valores y los ideales que se encuentran relacionados con la razonabilidad y las pruebas o argumentos; afirma también que “cada uno de nosotros es dueño de sus pensamientos; pero los conceptos los compartimos con nuestros semejantes [...] y de lo que creemos somos responsables como individuos; pero el lenguaje en que se articulan nuestras creencias es propiedad pública”. (Toulmin, 1977, 2007. p. 49).

Por otra parte, considera “el devenir de las ciencias como un proceso plural y dinámico, con interacción de teorías explicativas, en el cual la argumentación se constituye en la expresión de una racionalidad contingente que permite dichos cambios”.(Toulmin, 2003, 2007, citado por Mejía, Abril y Martínez, 2013. p. 18).

Para Plantin (2014), Toulmin define la argumentación como razonamiento revisable, es decir, de un discurso doble, discurso de propuesta conectado a un discurso de refutación potencial; en conclusión, es un discurso que reflexiona y hace predicciones sobre las condiciones de refutación.

El mismo Toulmin (2007) admitió que, si bien todo argumento puede formularse en términos de afirmaciones, apoyos, garantías, respaldos, etc., estos elementos estables dependen y forman parte de un contexto más amplio con el cual necesitan vincularse. Por otro lado, en Inglaterra, en el año 1958, Toulmin publicó *The Uses of Argument*, en donde propone el modelo argumentativo de Toulmin, el cual describe la argumentación

monologal, que define como una “constelación de enunciados ligados en un sistema, que otorga al discurso una forma de racionalidad” (Plantin, 2012, p. 8). Toulmin aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Esta alternativa argumentativa ha sido denominada “La argumentación como operación intelectual”, pues sitúa la racionalidad en la estructura del esquema.

Para este autor, el argumento es una afirmación apoyada por datos sobre el mundo que avanza hacia la verdad, donde los datos están conectados con la reclamación y se articulan por medio de la garantía que justifica la importancia de la prueba (Osborne, 2012).

El modelo de Toulmin conocido como modelo argumentativo de Toulmin - designado como TAP por siglas en inglés TOULMIN'S ARGUMENT PATTERN- permite que los alumnos reflexionen sobre la estructura de un texto argumentativo y las relaciones lógicas entre sus premisas.

Los estudios basados en TAP han contribuido en diferentes aspectos como lo dice Aleixandre Jiménez, una autora que ha realizado diversas investigaciones en el tema. La argumentación permite mejorar los procesos de aprendizaje (aprender a aprender); promueve la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales ejerciendo el pensamiento crítico; permite desarrollar competencias relacionadas con las formas de trabajar en la comunidad científica, y con el desarrollo de ideas sobre la naturaleza de la ciencia que hagan justicia su complejidad, es decir, la denominada “cultura científica”. (Jiménez Aleixandre, 2010, citado por Pinochet, J. 2015, p.316).

Según Molina y Padilla (2013), la preocupación por ampliar y complejizar el modo en el que concebimos la estructura de nuestros argumentos impulsó a Toulmin a proponer la construcción de esquemas argumentales o de razones a partir de categorías específicas de análisis. Estas categorías corresponden a casilleros funcionales dentro de los esquemas argumentales como se muestra en la Figura 1 del modelo argumentativo de Toulmin (2007), y pueden resumirse de la siguiente forma:

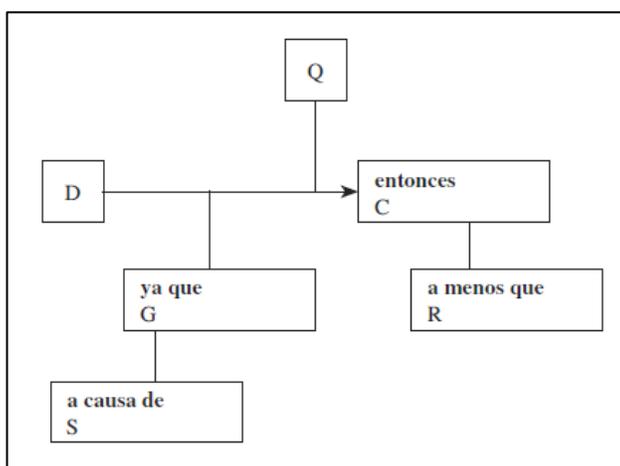


Figura 1. Modelo argumentativo de Toulmin (2007); contiene datos (D), garantía (G), sustento (S), calificadores modales (Q), conclusiones (C) y refutaciones (R) de un argumento. Fuente: Toulmin (2007).

*Garantía (Warrant)*: principio general, premisa mayor, norma tácita, enunciados generales, de naturaleza formal, que permiten el paso de los datos a las conclusiones.

*Apoyo o respaldo (Backing)*: cuerpo de contenidos de donde provienen las garantías y que nos remiten al mundo físico en el que podemos encontrar textos, investigaciones, supuestos sociales que sirvan de corroboraciones para las garantías.

*Datos (Data)*: pueden ser de orden empírico o factual y permiten la emergencia de una conclusión.

*Conclusión (Claim)*: son las afirmaciones, pretensiones o demandas que buscan, entre otras cosas, posicionar una acción o un punto de vista determinados.

*Calificadores modales (Qualifiers)*: son construcciones lingüísticas (modalizadores) que permiten atenuar una afirmación.

*Condiciones de refutación (Rebuttals)*: están constituidas por las condiciones de refutación que la conclusión permite y las circunstancias extraordinarias o excepcionales que pueden menguar la validez o eficacia de los argumentos.

Todo argumento se compone de una afirmación (claim), unas razones (ground, data), un garante (warrant) y un respaldo (backing) como lo indican Zambrano, Orozco y Caro (2016). En este marco, Toulmin (2007) define los garantes como reglas, principios, enunciados; el respaldo se constituye en otras garantías. “Detrás de las garantías que empleamos habrá normalmente otras certezas sin las cuales las propias garantías carecerían de autoridad y vigencia” (p. 140).

Para cuantificar la estructura del argumento del Modelo Argumentativo de Toulmin (MAT), Osborne, Erduran y Simon (2004) propusieron una escala de 5 niveles de argumentación como muestra la Tabla 1. En la cual el nivel 1 corresponde a conclusiones simples sin sustentos; en el nivel 2 ya se incluyen datos, garantías o sustentos; a partir del nivel 3 se incluye en el argumento refutaciones ocasionales; en el nivel 4 ya se incluye una refutación claramente identificable; y en el nivel superior o 5 la estructura del argumento contiene dos o más refutaciones.

Tabla 1. *Escala de niveles argumentativos*

Niveles	Descripción
1	Argumentación que consisten de argumentos que son conclusiones simples versus contra conclusiones o conclusiones versus conclusiones
2	Argumentación que tienen argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos, pero no contienen ninguna refutación.
3	Argumentación que argumentos con una serie de conclusiones o contra conclusiones con cualquier dato, garantías, o sustentos con refutaciones débiles ocasionales.
4	Argumentación que muestra argumentos con una conclusión que tiene una refutación claramente identificable.
5	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con más de una refutación

Fuente: Escala de niveles argumentativos para el modelo de Toulmin traducida y adaptada por Osborne Erduran y Simon (2004).

La investigación basada en el Modelo Argumentativo de Toulmin como lo afirma Pinochet (2015) mejora el proceso argumentativo en los estudiantes y a través de éste se introducen en la cultura de la ciencia, ya que, el conocimiento científico es construido, comunicado y evaluado mediante la argumentación.

Es necesario desarrollar en las clases de Ciencias Naturales estrategias pedagógicas y didácticas que permitan generar espacios para la crítica y el debate, es decir, un proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la fundamentación de decisiones, y el apoyo de justificaciones y refutaciones para fortalecer la argumentación en los estudiantes. Para evidenciar el desarrollo de esta competencia es importante la estructura del argumento, en este caso el modelo argumentativo propuesto por Toulmin (2007), adicionalmente como lo indica Chamizo (2007) los estudiantes generan una secuencia de pensamiento a partir de situaciones problema y sus estrategias de solución.

## **5.2.Otras Teorías Sobre la Argumentación.**

Existen diversas teorías sobre la argumentación, como lo afirman Cademartori y Parra (2000), pero en este caso sólo se analizarán tres: la lógica, la nueva retórica y la pragmadialéctica. A continuación, se presentan las particularidades de cada perspectiva basadas en las categorías de análisis propuestas por Wenzel (1980): propósito, participantes, procedimientos y criterios de validez del argumento.

Desde la perspectiva lógica, Wenzel indica que el propósito del estudio de la argumentación consiste en fijar unos estándares que permitan realizar un juicio de valor; en cuanto a los participantes, se convierten en una máquina lógica. El contexto es objetivado y despersonalizado, buscando una validez. Argumentar bien es enunciar por medio de premisas aceptables, una razón suficiente para una tesis claramente formulada. En la vertiente de la nueva retórica, Perelman y Olbrechts (1994), consideran que la finalidad de la argumentación es convencer a las demás personas acudiendo a recursos afectivos, se debe adaptar el discurso al tipo de audiencia; los participantes ocupan el papel central pero no de forma activa, los argumentos están basados en hechos que la audiencia pueda admitir. Para la retórica, argumentar bien es producir un discurso que ayude de forma efectiva a los miembros de un grupo a resolver problemas o a tomar decisiones.

Para la pragmadialéctica la argumentación tiene como objetivo la resolución de diferentes puntos de opinión inicial a la persuasión, analizando críticamente las posturas para llegar a un acuerdo en la toma de decisiones. Como lo exponen Van Eemeren y Grootendorst (1994), el conocimiento del contexto es un complemento útil para resolver

la situación utilizando la vía del dialogo, es importante el reconocimiento de la persona que asume una postura diferente, y debe quedar claro que hay un protagonista y un antagonista; está diseñada en una serie de pasos o etapas, es decir, una cadena de razonamiento donde cada paso se desarrolla exhaustivamente y nada se asume o se cancela; la validez de los argumentos depende del criterio de razonabilidad, entendiendo ésta como la actividad de usar la razón de una buena manera. En la pragmadialéctica argumentar bien es organizar sistemáticamente los intercambios para que lleven a las mejores decisiones posibles.

Dentro de las diferencias entre las tres posturas se encuentra el criterio de validez, en el cual la línea lógica se centra en la argumentación como producto y la validez proviene de cómo una conclusión es extraída de una o más premisas. Por otra parte, la nueva retórica tiende a concebir la argumentación como proceso y encuentra la efectividad de los pasos sucesivos de la argumentación en la aceptación de una postura. Finalmente, la pragmadialéctica combina los dos enfoques anteriores, y la validez de la argumentación se asegura mediante la aplicación de procedimientos que guían la discusión crítica hacia la resolución de las diferencias de opinión.

De acuerdo con Cuenca (1995), la argumentación también puede considerarse como un tipo de texto o discurso. La estructura argumentativa remite fundamentalmente a las relaciones lógico semánticas entre las diferentes partes del discurso; una de ellas es el uso de conectores que tienen la función básica de relacionar dos porciones de discurso especificando de qué manera se interpreta semántica y/o pragmáticamente la una de la

otra; componente importante que no tienen en cuenta Chamizo (2007) y Osborne, Erduran y Simon (2004) en su estructura.

Como lo indica Cuenca (1995) en la argumentación, existen conectores contrastivos, causales y consecutivos, y distributivos; definidos en la Tabla 2 por Cuenca (1995).

*Tabla 2. Tipos de conectores argumentativos*

Tipos de conectores	Subtipos	Ejemplos
Contrastivos en los cuales la argumentación supone una contrastación de opinión	Oposición o refutación	pero, en cambio, sin embargo, (ahora) bien
	Sustitución	sino, en lugar de, en vez de, por el contrario...
	Restricción	excepto, más que, aparte de...
	Concesión	aunque, a pesar de, de todos modos...
Causales y consecutivos que sirven para dar apoyo a los argumentos.	Causales	porque, puesto que, ya que, por eso, entonces...
Distributivos que sustentan una tesis y defienden argumentos.	Concesión	En primer lugar, por último, por otra parte, además...
Otros conectores	Marcadores discursivos	En caso de, en efecto...
	Énfasis	En efecto, de hecho.

Los conectores argumentativos propuestos por Cuenca (1995).

El Modelo Argumentativo de Toulmin retomado por Plantin (1990) y Chamizo (2007), se basa en la estructura del argumento con sus elementos, sin embargo es necesario tener en cuenta los conectores lógicos argumentativos que facilitan la introducción de datos, garantías, conclusiones, respaldos y refutaciones. Cuenca (1995) ubica los conectores argumentativos de la siguiente forma: para introducir datos utiliza los conectores puesto que, considerando que, ya que, porque... Para las garantías: a partir de, porque, dice que, dado que... En el caso de los respaldos: según, porque, como dice... En cuanto a las conclusiones: así pues, he ahí que, por eso, se sigue que... Como

calificadores modales: probablemente, seguramente... Y para la refutación: a no ser que, excepto que, salvo que...

### **5.3.Lineamientos Curriculares**

Son orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el Ministerio de Educación Nacional para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y fundamentales definidas por la Ley General de Educación en su artículo 23. Para el área de Ciencias Naturales ofrece orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular, desde el preescolar hasta la educación media, de acuerdo con las políticas de descentralización pedagógica y curricular a nivel nacional, regional, local e institucional, y además pretende servir como punto de referencia para la formación inicial y continuada de los docentes del área. De acuerdo con estos lineamientos, "la ciencia es un juego que nunca termina, en el que la regla más importante dice que quien crea que algún día se acaba, sale del juego". Popper (2005).

Los objetivos y logros básicos en la educación ambiental, se formularon en la Conferencia de Tbilisi (1977) y son internacionalmente aceptados con algunos cambios menores, estos son:

*Concientización:* Para ayudar a personas y grupos sociales a tener conciencia y sensibilizarse con el ambiente total y sus problemas en contexto.

*Conocimiento:* Para ayudar a personas y grupos sociales a tener una serie de experiencias y apropiarse de un conocimiento básico del ambiente y sus problemas asociados.

*Valores, actitudes y comportamientos:* Para ayudar a personas y grupos sociales a construir un conjunto de valores y preocupaciones por el ambiente y motivar a la participación activa en el mejoramiento y protección del mismo.

*Competencia:* Para ayudar a personas y grupos sociales a desarrollar las competencias necesarias para identificar, anticipar y resolver problemas ambientales.

*Participación:* Para dar a las personas y grupos sociales la oportunidad de implicarse activamente en todas las actividades encaminadas a solucionar problemas ambientales. El objetivo general del área es que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica con la preservación de la vida en el planeta. Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (2000).

“Los objetivos específicos del área pretenden que el estudiante desarrolle la capacidad de:

- Construir teorías acerca del mundo natural.
- Formular hipótesis derivadas de sus teorías.
- Diseñar experimentos que pongan a prueba sus hipótesis y teorías.

- Argumentar con honestidad y sinceridad en favor o en contra de teorías, diseños experimentales, conclusiones y supuestos dentro de un ambiente de respeto por la persona de sus compañeros y del profesor.
- Imaginar nuevas alternativas, nuevas posibilidades en el momento de resolver un problema, de formular una hipótesis o diseñar un experimento.
- Hacer observaciones cuidadosas.
- Trabajar seria y dedicada mente en la prueba de una hipótesis, en el diseño de un experimento, en la toma de medidas y en general en cualquier actividad propia de las ciencias.
- Desarrollar el amor por la verdad y el conocimiento.
- Argumentar éticamente su propio sistema de valores a propósito de los desarrollos científicos y tecnológicos en especial a propósito de aquellos que tienen implicaciones para la conservación de la vida en el planeta.
- Contribuir con el desarrollo de una emocionalidad sana que le permita una relación armónica con los demás y una resistencia a las frustraciones que puedan impedirle la culminación de proyectos científicos, tecnológicos y ambientales.
- Contribuir con la construcción de una conciencia ambiental en el estudiante que le permita tomar parte activa y responsable en toda actividad a su alcance dirigida a la conservación de la vida en el planeta.
- Contribuir con el desarrollo de una concepción en el estudiante de la técnica y la tecnología como productos culturales que pueden y deben ser utilizados para el

beneficio humano dentro del contexto de un desarrollo sostenible. Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental” (2000, p. 66).

Adicionalmente, se encuentran los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) como un conjunto de saberes y habilidades fundamentales que brindan unas orientaciones sobre lo que el estudiante debe aprender en cada grado, publicados desde el año 2005 en su primera versión. Fueron planteados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) como un apoyo y para la construcción y actualización de propuestas curriculares, guardando coherencia con los Estándares Básicos de Competencias (EBC). Son importantes porque plantean elementos para construir posibles rutas de aprendizaje año a año para que, como resultado de un proceso, los estudiantes alcancen los EBC propuestos por cada grupo de grados. En el área de Ciencias Naturales, los DBA contienen por grado un enunciado, unas evidencias y un ejemplo; para el tema de genética en el grado noveno el DBA corresponde a: comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.

#### 5.4 Didáctica de la genética

Como lo afirman Stewart y Kirk (1990) y Garvin y Stefani (1993) citados por Rodríguez, A.B. (1995) la genética es uno de los temas que más han sido tratados en la didáctica de las Ciencias Naturales, debido a sus implicaciones éticas, económicas y sociales. En los trabajos realizados por Johstone y Mahmoud (1980) concluyeron que la genética era uno de los contenidos más importantes y difíciles de aprender por los estudiantes, al mismo tiempo en que presentaban una gran dificultad para ser enseñados por los docentes.

Algunas de las dificultades que se han identificado en el aprendizaje de la genética, de acuerdo con Rodríguez, A.B. (1995) corresponde a: el uso de términos como la semejanza superficial entre los procesos de división celular como mitosis y meiosis que provocan confusión en los términos, los libros de texto utilizan conceptos de forma ambigua como gen y alelo donde los relacionan con el mismo concepto, y la confusión de términos utilizando un lenguaje coloquial; las relaciones entre los conceptos cuando no se tiene en cuenta que en el caso de meiosis es necesario la fertilización y el ciclo de vida con generaciones haploides y diploides, o alelo y expresión del gen; la resolución de problemas porque requieren de un mayor nivel de matemáticas y capacidad analítica, especialmente en las proporciones de cruces monohíbrido y dihíbrido; y finalmente el trabajo práctico necesita semanas o meses para poder realizarse.

De acuerdo con Hendrix y Mertens (1980) citados por Rodríguez, A.B. (1995) es necesario desarrollar estrategias didácticas que faciliten el desarrollo cognitivo de los estudiantes teniendo en cuenta los procesos matemáticos y como eje central la resolución

de problemas desde experiencias concretas y familiares. Como lo indican Johnson y Stewart, 1990) es importante tener en cuenta que existe una relación entre los conceptos de genética y la resolución de problemas, en los últimos años diferentes estudios en genética se han centrado en esta relación, dando una prelación a las estrategias que utiliza un estudiante para la resolución de problemas, construcción de modelos con el fin de explicar los fenómenos, y defender y criticar los modelos.

### 5.5 El concepto de Leyes de Mendel

Es necesario abordar la historia del concepto de las leyes de Mendel para analizar si existe evolución conceptual en los estudiantes a lo largo del proceso; el modelo de Unidad Didáctica de Álvarez (2013) se basa en evolución conceptual, y uno de sus pilares es historia y epistemología del concepto. Para hacer referencia a éste concepto, se debe realizar un recorrido histórico de la genética, como lo indica Cruz-Coke (1999, 2003); esta historia inició en el año 3000 a.C., época en la cual los babilonios celebraban con ritos religiosos la polinización de las palmeras y los egipcios producían frutos por fecundación artificial. 400 años a.C. Hipócrates afirmó que el hombre transmitía las características hereditarias en el semen e indicó que debía existir otro fluido en la mujer.

En el año 320 a.C. Aristóteles propuso la herencia de abuelos y bisabuelos adicionalmente indicó que el semen se forma por ingredientes imperfectamente mezclados, las niñas son causadas por interferencia con la sangre de la madre; posteriormente 323 a.C. Aristóteles especuló sobre la naturaleza de la reproducción y la herencia. En la antigüedad entre los años 100 y 300 d.C. se escribieron en la India textos referentes a la reproducción humana cuando observaron ciertas enfermedades que aparecieron en las familias, pero sólo hasta el Renacimiento en 1630 William Harvey concluyó que las plantas y los animales se reproducían de forma sexual, es decir con esperma y huevos, adicionalmente en 1676 se confirmó la reproducción de las plantas y en 1677 Anton Leeuwenhoek descubrió animáculos en el fluido seminal.

En el siglo XVII se hablaba de generación espontánea, teoría que fue refutada por Pasteur con sus experimentos con microorganismos; posteriormente en 1838 se descubre

que todos los organismos vivos están compuestos por células después de la invención del microscopio. En 1859 Darwin publicó su teoría sobre la evolución de las especies, y fue entre los años 1853 y 1863 cuando Gregor Mendel cultivó y experimentó con aproximadamente 28.000 plantas de guisante, y sólo hasta 1866 publicó sus hallazgos describiendo las unidades fundamentales de la herencia, considerándose casi 35 años después el padre de la genética por sus estudios. En 1882 Flemming descubrió los cromosomas, término introducido por Waldeyer en 1888. A finales de 1800 se describió la mitosis y la meiosis y se relacionó la herencia con los cromosomas. En 1900 Hugo de Vries revivió el mendelismo y Sutton en 1903 lo relacionó con los cromosomas, al mismo tiempo en que existieron contradictores como Bateson quién no apoyó las ideas de Mendel para sus medidas biométricas, sin embargo, es él quien acuñó los términos de genética, homocigótico, heterocigótico y aleloformo.

Es en 1918 Fisher logró reconciliar las posturas de Mendel con la idea de los caracteres cuantitativos. En 1927 Hermann Muller logró demostrar el incremento de las mutaciones por radiaciones ionizantes y 1933 Thomas Morgan recibió el premio nobel por su trabajo de ligamiento en moscas. Y en 1944 se realizó la primera demostración de que la información hereditaria se encontraba en los ácidos nucleicos por Oswald T. Avery junto a MacLeod y Maclyn McCarty, en Estados Unidos, trabajando con neumococos, comprobando que cierta información hereditaria de éstos residía en su ADN. La estructura molecular del ADN pasó entonces a ser un centro del interés de distinguidos físicos y químicos puros, tales como Linus Pauling, J. T. Randall.

A partir de la confirmación experimental del código genético en 1960, gran parte de la Genética inició un cambio importante, desde los estudios estructurales hacia los estudios de descodificación; el objetivo principal se convirtió en determinar la identificación y el orden de todas las bases nitrogenadas a lo largo del ADN o secuenciación; lo que se logró con el Proyecto Genoma Humano que finalizó en el año 2003. “Durante las últimas décadas del siglo XX muchos biólogos se enfocaron a proyectos genéticos a gran escala, secuenciando genomas enteros y actualmente se realizan diferentes procesos biotecnológicos para mejorar los productos, al igual que el diagnóstico de enfermedades hereditarias, pruebas de paternidad, entre otras”. (Cruz-Coke, 2003, p. 220-224).

Los principales hechos de la historia de la genética se relacionan en la figura 2 de la línea del tiempo de la genética.

Las tres leyes de Mendel explican y predicen cómo van a ser los caracteres físicos (fenotipo) de un nuevo individuo.

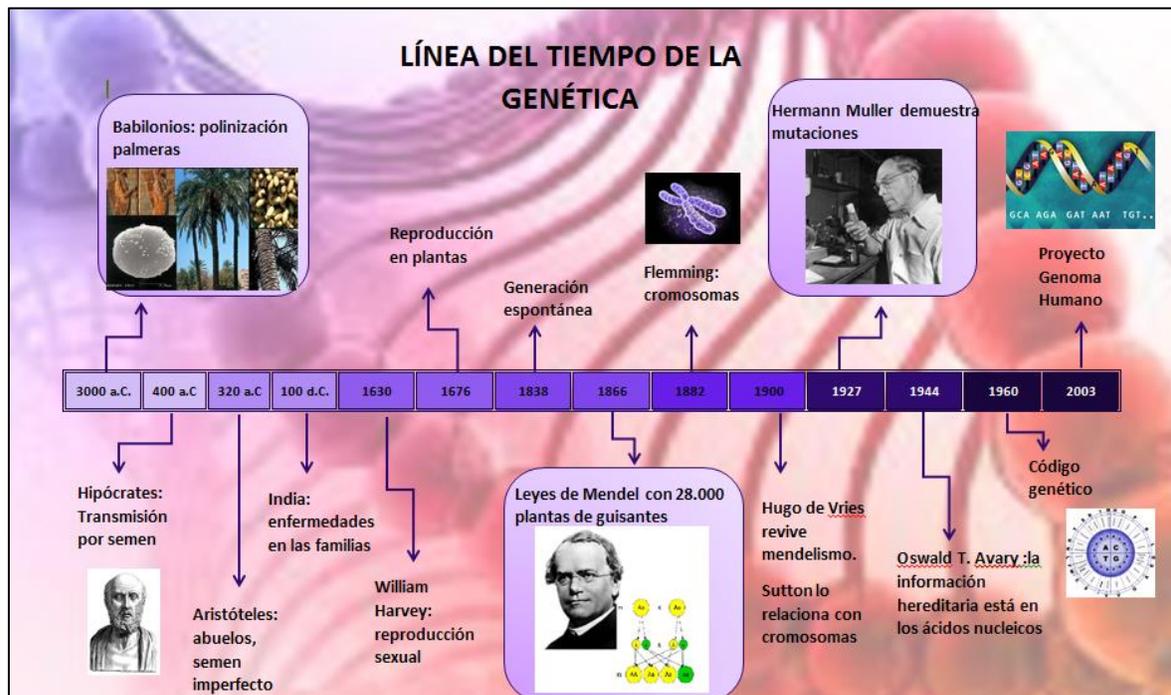


Figura 2. Línea del tiempo de la Genética con los conceptos más relevantes. Fuente: Cruz-Coke (2003).

Frecuentemente se han descrito como «leyes para explicar la transmisión de caracteres» (herencia genética) a la descendencia. Desde este punto de vista, de transmisión de caracteres, estrictamente hablando no correspondería considerar la primera ley de Mendel (Ley de la uniformidad). Es un error muy extendido suponer que la uniformidad de los híbridos que Mendel observó en sus experimentos es una ley de transmisión, pero la dominancia nada tiene que ver con la transmisión, sino con la expresión del genotipo. Por lo que esta observación mendeliana en ocasiones no se considera una ley de Mendel. Así pues, hay tres leyes de Mendel que explican los caracteres de la descendencia de dos individuos, pero sólo son dos las leyes mendelianas de transmisión: “la Ley de segregación de caracteres independientes (2ª ley, que, si no se tiene en cuenta la ley de uniformidad, es descrita como 1ª Ley) y la Ley de la herencia independiente de caracteres (3ª ley, en ocasiones descrita como 2ª Ley)” (Gelbart,

Lewontin, Miller, Suzuki y David, 1995, p. 99). Para efectos de este proyecto de investigación sólo se toman las dos leyes de la genética definidas de la siguiente forma:

**1ª Ley de Mendel: Ley de la segregación de los caracteres en la segunda generación filial.**

Esta ley establece que, durante la formación de los gametos, cada alelo de un par se separa del otro miembro para determinar la constitución genética del gameto filial. Es muy habitual representar las posibilidades de hibridación mediante un cuadro de Punnett.

“En palabras del propio Mendel: resulta ahora claro que los híbridos forman semillas que tienen el uno o el otro de los dos caracteres diferenciales, y de éstos la mitad vuelven a desarrollar la forma híbrida, mientras que la otra mitad produce plantas que permanecen constantes y reciben el carácter dominante o el recesivo en igual número”. (Gelbart et al, 1995, p.35).

**2ª Ley de Mendel: Ley de la independencia de los caracteres hereditarios.**

De acuerdo, con estos autores, Mendel concluyó que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por lo tanto, el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Sólo se cumple en aquellos genes que no están ligados (es decir, que están en diferentes cromosomas) o que están en regiones muy separadas del mismo cromosoma.

## Capítulo 3

### 6. Diseño Metodológico

#### 6.1. Tipo de Estudio

En investigación, como lo indica Creswell (2010), existen varias realidades subjetivas construidas las cuales pueden variar en su forma y contenido entre los individuos, el mundo social es relativo y sólo puede ser entendido desde el punto de vista de los participantes. La relación entre el investigador y el fenómeno estudiado de acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014) es de interdependencia, es un trabajo abierto y flexible que se construye durante la realización del estudio del fenómeno. Inicialmente como lo afirman estos autores, se realiza una descripción detallada del lugar y los individuos, seguido por el análisis de datos; cada hallazgo es importante, hay una relación sujeto-sujeto del investigador con el objeto de estudio y su objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización.

La investigación desarrollada en este trabajo se lleva a cabo desde un enfoque cualitativo; utiliza como estrategia el estudio de casos colectivo de acuerdo con Stake (2010) para favorecer la comprensión del fenómeno estudiado teniendo como característica el abordaje intensivo de una unidad, se centra en la comprensión de un fenómeno, que para efectos de esta investigación se refiere a un grupo de estudiantes del

grado noveno. Adicionalmente, como lo indica Pérez Serrano (1995) el estudio de casos tiene como objetivo comprender el significado de una experiencia sin olvidar su contexto.

"Mediante este método, se recogen de forma descriptiva distintos tipos de informaciones cualitativas, que no aparecen reflejadas en números si no en palabras. Lo esencial en esta metodología es poner de relieve incidentes clave, en términos descriptivos, mediante el uso de entrevistas, notas de campo, observaciones, grabaciones de vídeo, documentos" (Cebreiro López y Fernández Morante 2004: 666 citados por Gómez, P. 2012, p. 3).

De acuerdo con Gómez, P. (2012) el estudio de casos presenta las siguientes características: realizan una descripción contextualizada del objeto de estudio; es decir, las relaciones entre el caso y el contexto. El investigador trata de observar la realidad con una visión profunda y total del fenómeno que está estudiando. Reflejan la particularidad de cada caso acudiendo a una descripción detallada. Los estudios de caso tratan de iluminar la comprensión del lector sobre el fenómeno social objeto de estudio. Se inicia con la observación para sacar conclusiones e informarlas. Exigen la participación del investigador en el proceso de intervención con una permanencia prolongada. Se dan procesos de negociación entre el investigador y los participantes de forma permanente. Los estudios de caso incorporan múltiples fuentes de datos. Y finalmente el razonamiento es inductivo por lo cual es importante realizar una descripción detallada del proceso investigativo.

## **6.2.Contexto.**

### *Características institucionales.*

La Institución Educativa El Limonar se encuentra ubicada en el corregimiento de San Antonio de Prado de la ciudad de Medellín, comuna 80 y es de carácter oficial. El modelo pedagógico de la institución es social crítico, en este modelo los estudiantes desarrollan sus capacidades cognitivas en torno a las necesidades sociales. La institución se rige por políticas públicas como Expedición Currículo una propuesta de la secretaria de educación de Medellín; el programa Todos Aprender (PTA); leyes y decretos generales de educación como la Ley 115, decretos: 1278, 1290 y 1860.

### *Características de los estudiantes y sus familias.*

Los estudiantes del grado noveno uno y noveno dos se encuentran entre los 15 y 17 años de edad, en total son 47 personas, en su mayoría pertenecen a los estratos socio económicos 1 y 2. Quienes, según las problemáticas evidenciables que afectan la convivencia, son perceptibles con base en la experiencia vivida en esta institución, cada uno de ellos es un mundo complejo, presentan situaciones familiares y de convivencia que los afectan y los definen como persona; provienen de familias monoparentales y en algunos casos viven sólo con tíos o amigos, dedicadas al trabajo informal como la venta de productos en los semáforos, comercialización de comidas rápidas y prendas de vestir, entre otros; sin embargo, tratan de salir adelante y superar las dificultades que se les presentan. Aspectos visibles a través de la experiencia docente del autor del presente estudio, al igual que de la misma manera se logró identificar que les gusta la tecnología,

aunque presentan dificultad a la hora de exponer sus argumentos o asumir una postura en la toma de decisiones.

### **6.3.Participantes.**

Para el estudio de casos, de acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014) el tamaño mínimo de muestra sugerido es de 6 a 10 participantes. Para efectos de esta investigación, los participantes corresponden a 10 estudiantes de los grados novenos uno y dos de la I.E. El Limonar que presentaron todas las actividades de la Unidad Didáctica, dentro de los que se encuentran estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE) como autismo, estudiantes monoparentales, y con desempeño variable entre, bajo, básico y alto en el área de Ciencias Naturales durante los dos primeros periodos académicos; con el fin de analizar datos hasta obtener una saturación teórica a través del programa ATLAS.Ti versión 7.5.4.

Los participantes fueron seleccionados atendiendo los siguientes criterios:

- 2 estudiantes que presentan desempeño alto en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 7 estudiantes.
- 3 estudiantes que presentan desempeño básico en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 15 estudiantes.
- 3 estudiantes que presentan desempeño bajo en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 13 estudiantes.

- Y 2 estudiantes que presentan NEE, uno con diagnóstico de autismo y otro sin diagnóstico, pero con antecedentes de abuso y no se relaciona con los demás compañeros, no habla en clase.

#### **6.4.Diseño o Abordaje Principal.**

El abordaje principal es el estudio de casos colectivo de acuerdo con Stake (2010) en el cual se abarca la complejidad de un caso en particular, en este caso se refiere a un grupo de estudiantes; se busca el detalle de interacción con sus contextos. Se realizó una revisión previa de los estudios de casos similares, posteriormente se seleccionó el caso a estudiar que corresponde a los estudiantes del grado noveno de la I.E. El Limonar, teniendo en cuenta una descripción detallada de los participantes y el contexto para realizar una triangulación de los datos obtenidos de la estrategia con los actores.

De acuerdo con Yin (1989) citado por Gómez, P. (2012, p. 7) “un diseño de investigación se compone de cinco componentes: las preguntas del estudio, las proposiciones, su unidad de análisis, la lógica que vincula los datos con las proposiciones y los criterios para interpretar los hallazgos”. En la primera fase se tienen en cuenta los fundamentos epistemológicos, los objetivos, el contexto, los recursos y técnicas; desde la pregunta de investigación se definen las unidades de análisis. La segunda fase corresponde al trabajo de campo y desarrollo de la estrategia, y recolección de la información con técnicas como la entrevista, observación participante y el taller. Finalmente, la tercera fase se refiere a la elaboración del informe final teniendo en cuenta los aspectos éticos y legales; para el diseño y realización de la investigación se tuvieron

en cuenta algunas consideraciones éticas como el consentimiento informado, firmado por los padres de familia de los participantes (Anexo 3. Consentimiento informado), en el cual se brindó la información del proyecto, con objetivos, tiempo estipulado y uso de la información.

### **6.5.Procedimiento**

Para el logro de los objetivos propuestos en esta investigación se utilizaron diferentes técnicas de recolección de información como la entrevista, observación participante y el taller; y estrategias como un cuestionario semi estructurado, el diario de campo del docente y la Unidad Didáctica respectivamente; dichas técnicas se emplearon de la siguiente forma:

1. Se utilizó el cuestionario semi estructurado para identificar los niveles argumentativos iniciales que tienen los estudiantes; ésta estrategia contenía un caso hipotético sobre un problema cotidiano en la transmisión de caracteres donde una pareja de esposos con cuatro hijos, de los cuales uno de ellos nació con los ojos azules, diferentes al resto de los familiares, presentaban problemas familiares por esa característica, los estudiantes debían brindar posibles soluciones amparadas en sus conocimiento de genética, para evitar que la pareja se divorcie. Adicionalmente contenía preguntas sobre conceptos de genética. El tiempo establecido fue una sesión de dos horas. (Anexo 1. Cuestionario semi estructurado).

2. Se diseñó y aplicó una Unidad Didáctica del concepto de las leyes de Mendel basada en la propuesta de evolución conceptual de Álvarez (2013), instrumento validado por dos evaluadores externos para su implementación; el cual se dividió en tres momentos, aumentando progresivamente el grado de dificultad. Cada momento se conformó por cuatro actividades: ideas previas, historia y epistemología del concepto, múltiples modos semióticos y reflexión metacognitiva. El tiempo empleado fue de seis sesiones de dos horas cada una. (Anexo 2. Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel).
3. Finalmente se aplicó el mismo cuestionario inicial para analizar los resultados de la Unidad Didáctica implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes. Se empleó una sesión de dos horas. (Anexo 1. Cuestionario semi estructurado).

Durante todo el proceso el docente registró lo ocurrido sesión por sesión en el diario de campo utilizando la técnica de observación participante para realizar un mejor análisis del proceso, adicionalmente es importante mencionar que los elementos en los que se centró la observación, tuvieron en cuenta el ambiente, el estado anímico de los participantes y otras características que no se pueden obtener con los cuestionarios semi estructurados o en las actividades escritas.

### **6.5.1 Unidades Didácticas.**

“La Unidad Didáctica (UD) se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza- aprendizaje, articulado y completo” (MEC, 1989, citado por

Tamayo, 2013, p. 118). Y como lo afirma Ambrós (2009) “se tiene en cuenta el contexto del estudiante. Debe ser un proceso articulado y completo” (MEC, 1989, citado por Gallego y Salvador, 2010, p. 303).

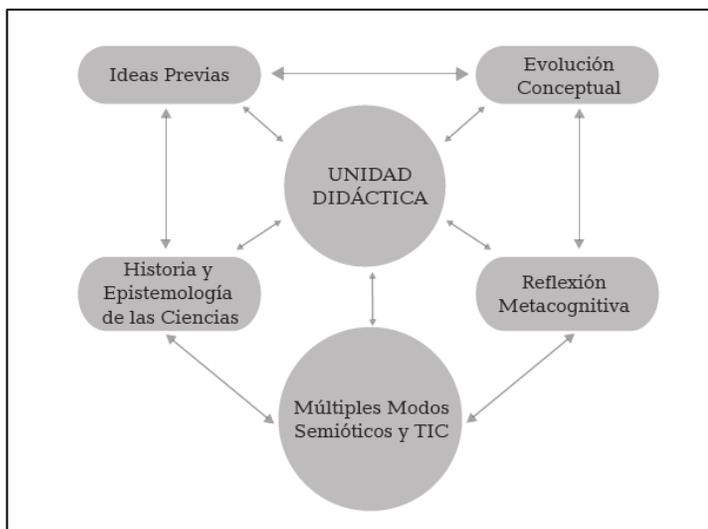
### **Componentes del modelo de UD.**

La Unidad Didáctica propuesta se desarrolló bajo el modelo cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (CMAA), en el cual el estudiante es autónomo porque es quién decide qué aprender.

Tamayo *et al.* (2011) indicaron que al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, se ve la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, en la cual se integren aspectos tales como la historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluyen las TIC y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa, la transformación del conocimiento del pensamiento inicial y final de los docentes y de los estudiantes. Para efectos de este proyecto de investigación fue importante abordar la Unidad Didáctica como estrategia didáctica porque permitió establecer si existe evolución conceptual en los estudiantes y su relación con los niveles argumentativos, de acuerdo con la escala valorativa del modelo Argumentativo de Toulmin propuesto por Osborne, Erduran y Simon (2004).

Cada uno de los componentes de la Unidad Didáctica fueron definidos de acuerdo con Álvarez (2013) como se observa en la Figura 3, tomando como referente a Tamayo et

al. (2011) pero adicionando un componente importante que hizo referencia a la evolución conceptual.



*Figura 3.* Modelo para la elaboración de Unidades Didácticas propuesto por Tamayo et al (2011). Inicia con ideas previas, evolución conceptual, múltiples modos semióticos y TIC, finalmente historia y epistemología de un concepto.

*Estos componentes se definen de la siguiente forma:*

*Ideas previas:* “se define idea previa como aquellos conceptos que traen los estudiantes antes de adquirir un conocimiento formal, entendido este último como el conocimiento que abarca el talento y comprensión de los conceptos científicos”.

(Viennot, 1979; Driver, 1973; Pfundt y Duit, 1991 y Martínez, 1998, citados por Tamayo et al., 2011, p. 106).

*Historia y epistemología de la ciencia:* para Tamayo et al. (2011) en la Unidad Didáctica se ubica la temática científica que se va a enseñar en un período de tiempo específico, este período se puede relacionar con sucesos de otras disciplinas; se debe tener conocimiento de los acontecimientos históricos del tema; identificar los obstáculos científicos que se puedan presentar, adicionalmente la historia de la ciencia incide en la

evolución de la didáctica de la ciencia. Es importante porque ubica la temática que se va a desarrollar en un periodo de tiempo específico, así como la evolución que ha sufrido el concepto a través de la historia.

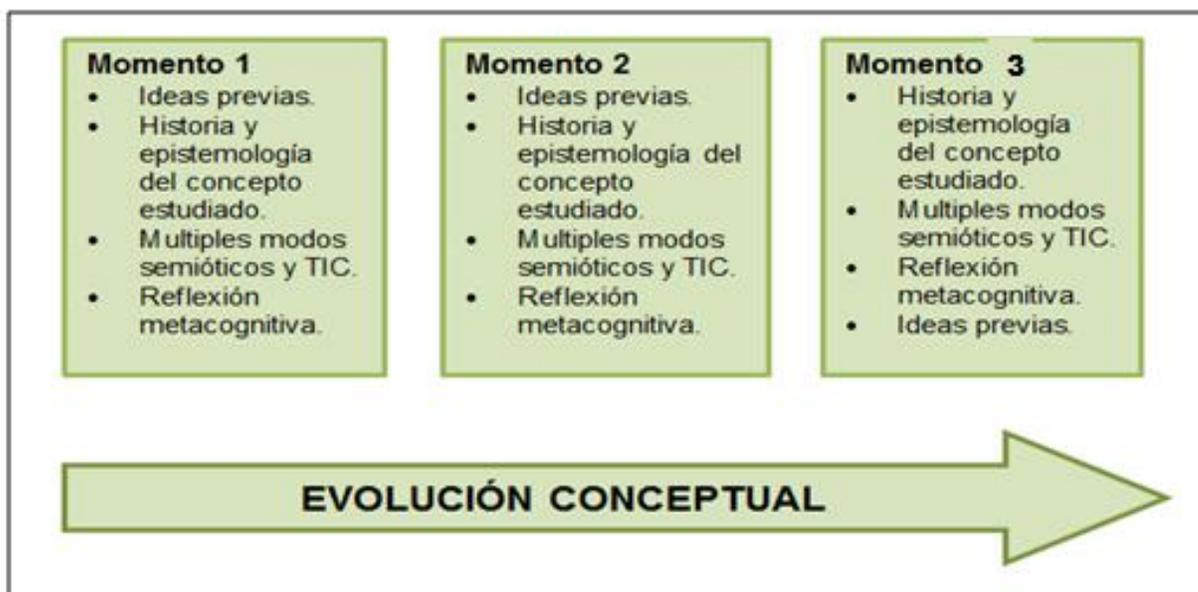
*Múltiples modos semióticos y TIC:* de acuerdo con Tamayo (2006) citado por Álvarez (2013), la representación semiótica es relativa a un sistema particular de signos, plantea que hay representaciones internas o mentales como creencias, nociones, fantasías, conceptos, modelos mentales, entre otras; y externas que son las que producen las personas o un sistema, y pueden ser pictóricas como dibujos, mapas, diagramas; y lingüísticas como notaciones simbólicas, empleo de palabras, descripciones.

*Metacognición:* la metacognición se define como el dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos (Flavell, 1976, citado Álvarez, 2013). Es una reflexión que realiza el estudiante sobre su proceso de aprendizaje. En el campo de la Didáctica de las Ciencias la metacognición es de gran importancia debido que permite la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende. (Tamayo, 2009).

*Evolución conceptual:* es el cambio de esos modelos mentales que tienen los estudiantes para acercarse al modelo conceptual. Como lo plantea Tamayo (2001, 2009), para lograr una comprensión sobre la evolución conceptual de la didáctica de las ciencias es fundamental dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Cómo se produce la evolución conceptual de los estudiantes en el aula? y ¿Qué factores la favorecen?, estas son preguntas de no fácil respuesta, la razón es que se requiere de muchos campos del saber con fines de comprender lo que sucede en el aula.

Para la Unidad Didáctica el siguiente modelo muestra tres momentos que se desarrollan para lograr una evolución conceptual en los estudiantes.

Las características de la evolución conceptual se presentan en la Figura 4.



*Figura 4.* Modelo estructural de la evolución conceptual de la Unidad Didáctica, en la que se encuentran 3 momentos de la Unidad Didáctica con sus cuatro componentes para que exista una evolución conceptual. Álvarez (2013).

### **Enfoque pedagógico de la Unidad Didáctica**

El modelo didáctico utilizado para desarrollar la investigación en el aula es el cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (CMAA), el cual se propone desde una versión constructivista como lo afirma Gallego-Badillo (1993), tiene como presupuestos conceptuales y metodológicos la elaboración de un mundo para sí, desde sí y con los demás, el conocimiento es una construcción individual y colectiva. Se parte del conocimiento previo que tiene el estudiante para elaborar nuevos conceptos; como lo

afirma Piaget es una asimilación de la información en el individuo. Para que exista un cambio conceptual y metodológico, debe propiciarse un tiempo de reflexión a los estudiantes sobre la pregunta que es objeto de trabajo en el aula; adicionalmente se tiene en cuenta la parte actitudinal y los intereses del estudiante, al igual que el valor que le otorga el estudiante al conocimiento que está elaborando o componente axiológico.

Este modelo tiene como propósito que el estudiante reconstruya y construya su conocimiento a partir del saber que tiene, cuestionando la ciencia.

“Esta construcción emerge desde sus significados, formas de significar y manera de actuar, donde los significados se entienden como el conocimiento que se tiene; las formas de significar, como la estructuración que el estudiante hace de la respuesta, y la manera de actuar, como la posición que toma en el momento en que da una respuesta”. (Amador-Rodríguez, 2000, p.219).

#### *El papel del docente.*

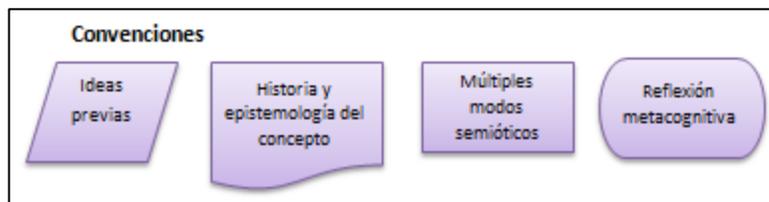
El docente en el CMAA es directivo ya que propone y ejecuta las actividades que se van a realizar en el aula de clase teniendo en cuenta los lineamientos curriculares y directrices ministeriales, siendo autónomo en la forma de enseñarlas; realiza un liderazgo instrumental en cuanto a su propuesta de trabajo o metodología, en el proceso de enseñanza-aprendizaje es cognitivo por el propósito que es incentivar al estudiante a reconstruir y construir sus significados, formas de significar y de actuar. A partir de los pre saberes de los estudiantes diseña e implementa la actividad didáctica.

#### *El papel del estudiante.*

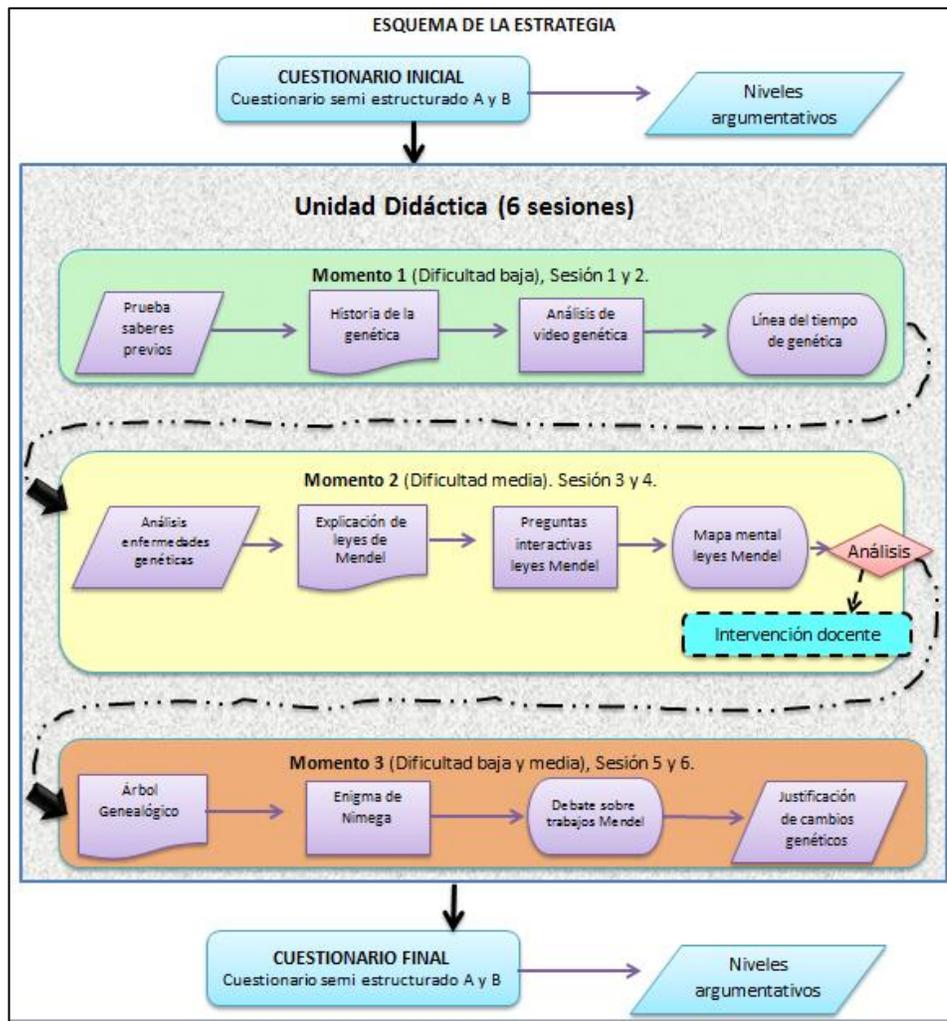
El estudiante asume un papel autónomo porque es quién decide qué aprender, es cognitivo al reconstruir y construir su conocimiento; como lo afirma Amador-Rodríguez (2000), tiene como tarea principal construir una versión de mundo desde sí mismo, para él y con los demás.

Cada una de las actividades de la Unidad Didáctica como ideas previas, historia y epistemología del concepto, múltiples modos semióticos y reflexión metacognitiva se representaron con las siguientes convenciones en el esquema de la estrategia de intervención que se muestra en la Figura 6.

. Adicionalmente con la finalidad de hacer más clara la estructura de la UD se asignan las siguientes convenciones:



*Figura 5.* Convenciones de cada una de las actividades de la Unidad Didáctica para lograr evolución conceptual. Fuente: Álvarez (2013).



*Figura 6.* Esquema de la estrategia donde se encuentra el cuestionario inicial, cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final. Fuente: Autor.

Durante la intervención de la Unidad Didáctica, finalizando el momento 2 en la reflexión metacognitiva se realizó un análisis sobre el concepto de las leyes de Mendel, específicamente en los cruces de monohíbridos y dihíbridos para determinar si es necesaria la intervención del docente con clase magistral.

## 6.6. Proceso de recolección de datos.

Los datos fueron obtenidos de los cuestionarios semi estructurados iniciales y finales, así como las doce actividades de la Unidad Didáctica para cada uno de los diez participantes; cada uno de los documentos fue escaneado y posteriormente ingresado al programa Atlas.ti versión 7.5.4 para su análisis.

El plan de campo se llevó a cabo en tres fases como se muestra en la Figura 7, la primera fase se denominó cuestionario inicial (C.I.), la segunda fase correspondió a la implementación de la Unidad Didáctica, y la tercera fase fue el cuestionario final (C.F.) que corresponde al cuestionario semi-estructurado inicial.

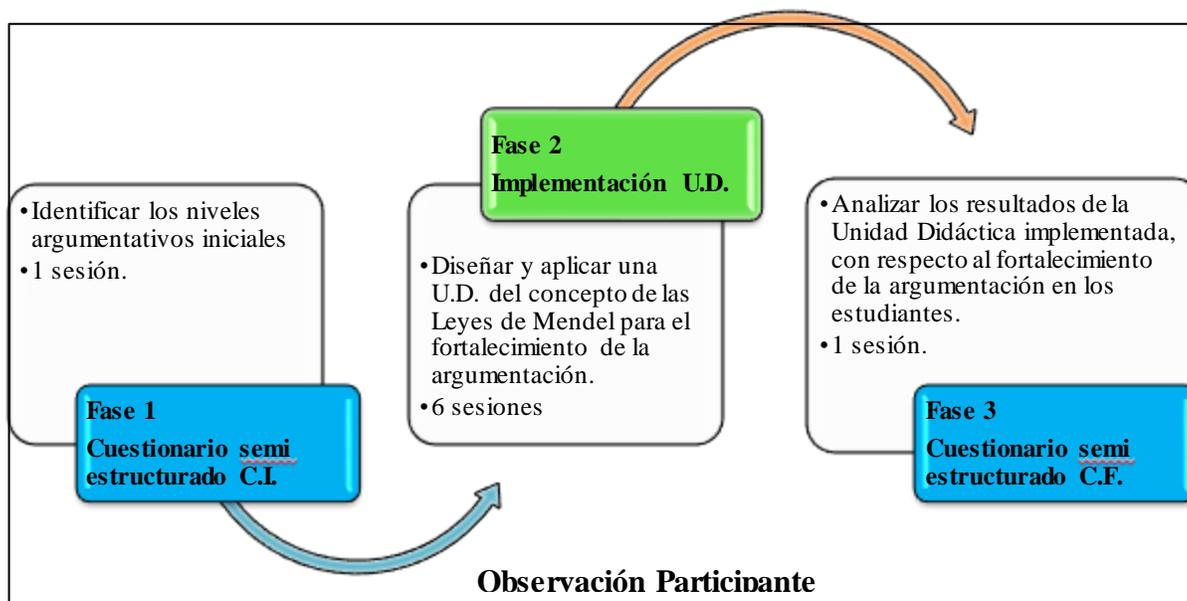


Figura 7. Resumen de las fases de implementación de la estrategia con sus respectivos objetivos. Fuente: Autor.

A continuación, se presenta en detalle el plan de campo en la Tabla 3, con sus fases, objetivos, dimensiones, fuentes, técnica e instrumentos. En el mismo se describen

cada una de las fases de la estrategia con sus respectivas técnicas para lograr los objetivos específicos de la investigación.

Tabla 3. *Plan de campo*

Fase	Objetivos	Dimensiones	Fuentes	Técnica	Instrumento
1- Cuestionario inicial.	Identificar los niveles argumentativos iniciales que tienen los estudiantes	Uso de conectores argumentativos	Estudiantes	Entrevista	Cuestionario semi estructurado
		Niveles argumentativos	Estudiantes	Entrevista	Cuestionario semi estructurado
2- Unidad Didáctica	Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica del concepto de las leyes de Mendel para fortalecer la argumentación	Nivel argumentativo.	Estudiantes	Observación participante	Diario de campo
		Leyes de Mendel Nivel argumentativo	Estudiantes	Talleres	Unidad Didáctica
3- Cuestionario final	• Analizar los resultados de la Unidad Didáctica implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.	Nivel argumentativo, uso de conectores argumentativos y evolución conceptual	Estudiantes	Entrevista	Cuestionario semi estructurado

Este plan de campo contiene los objetivos, dimensiones, fuentes, técnicas e instrumentos que se llevaron a cabo en cada una de las fases del proceso de investigación. Fuente: Autor

Al finalizar la intervención se realizó triangulación de los datos entre los actores que corresponden a los estudiantes, docente y autores; y las estrategias como el cuestionario inicial, cada uno de los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final; inicialmente se realizó una exploración de datos al mismo tiempo en que se hacía la recolección de la información para definir las categorías de análisis hasta encontrar una saturación teórica; se hizo una codificación abierta a través del programa Atlas.ti versión 7.5.4, donde se incluyó el nivel de argumentación y las explicaciones que hicieron los

estudiantes sobre las soluciones al problema de genética planteado. Posteriormente se realizó una codificación axial teniendo en cuenta los referentes teóricos para obtener las categorías de análisis las cuales fueron: *nivel argumentativo, uso de conectores argumentativos* y *conceptos* como se muestra en la Figura 8.

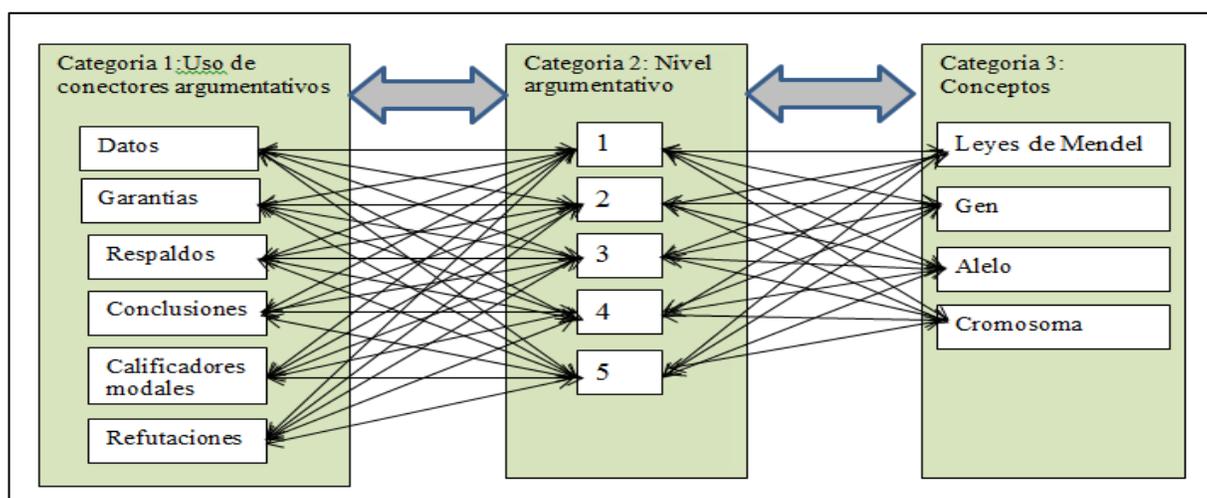


Figura 8. Comparación y relación entre las categorías de análisis. Fuente: Autor.

En la figura 8., se relacionan cada uno de los componentes de las categorías: uso de conectores argumentativos, nivel argumentativo y conceptos de genética. La primera categoría de análisis fue el nivel argumentativo que se estableció de acuerdo a la escala valorativa del modelo argumentativo de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004), donde el nivel 1 corresponde a argumentos que son conclusiones simples versus contra conclusiones o conclusiones versus conclusiones; el nivel 2 son argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos pero no contienen ninguna refutación; el nivel 3 son argumentos con una serie de conclusiones o contra conclusiones con cualquier datos, garantía o sustento con refutaciones débiles

ocasionales; el nivel 4 contiene argumentos con una conclusión que tiene una refutación claramente identificable; y el nivel 5 corresponde a un amplio argumento con más de una refutación.

Para la segunda categoría de análisis que corresponde al uso de conectores argumentativos, El cuál emerge a partir de lo propuesto por Cuenca (1995) quién retoma el modelo argumentativo de Toulmin planteado por Plantin (1990), y ubica los conectores argumentativos de la siguiente forma: para introducir datos utiliza los conectores *puesto que, considerando que, ya que, porque...* Para las garantías: *a partir de, porque, dice que, dado que...* En el caso de los respaldos: *según, porque, como dice...* En cuanto a las conclusiones: *así pues, he ahí que, por eso, se sigue que...* Como calificadores modales: *probablemente, seguramente...* Y para la refutación: *a no ser que, excepto que, salvo que...*

En la categoría de conceptos, la identificación y el uso de éstos se realiza en cada momento de la estrategia, específicamente en las reflexiones metacognitivas de la Unidad Didáctica para analizar en qué momento se hace presente la evolución conceptual en los estudiantes.

### **6.7.Sistematización de Resultados**

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron analizados a través del programa ATLAS.ti versión 7.5.4 y tabulados en el programa EXCEL 2010 de Microsoft Office.

Para establecer las relaciones entre las líneas de sentido, se realizó una triangulación de los datos entre las categorías de análisis, los actores, la estrategia y los autores. Dentro de las categorías de análisis se encuentra el nivel argumentativo de acuerdo con la escala argumentativa del modelo de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simón (2004), el uso de conectores argumentativos según Cuenca (1995), y los conceptos de genética como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. *Matriz de resultados*

Momentos de la intervención	Objetivo	Herramienta	Categorías	Fundamentación teórica
Cuestionario inicial (C.I.)	Identificar los niveles argumentativos iniciales que tienen los estudiantes a través de un cuestionario semi estructurado.	ATLAS.ti versión 7.5.4 EXCEL 2010 de Microsoft Office.	Nivel argumentativo Uso de conectores Conceptos Representaciones multimodales	Escala argumentativa de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004). uso de conectores argumentativos según Cuenca M.J. (1995) Cantidad de conceptos sobre genética. Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Alzate (2009)
Momento 1 (Reflexión metacognitiva de la Unidad Didáctica)	Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.	ATLAS.ti versión 7.5.4 EXCEL 2010 de Microsoft Office.	Nivel argumentativo Uso de conectores Conceptos Representaciones multimodales	Escala argumentativa de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004). uso de conectores argumentativos según Cuenca M.J. (1995) Cantidad de conceptos sobre genética. Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Alzate (2009)
Momento 2 (Reflexión metacognitiva)	Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica del	ATLAS.ti versión 7.5.4	Nivel argumentativo	Escala argumentativa de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y

Momentos de la intervención	Objetivo	Herramienta	Categorías	Fundamentación teórica
de la Unidad Didáctica)	concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.	EXCEL 2010 de Microsoft Office.	Uso de conectores Conceptos Representaciones multimodales	Simon (2004). uso de conectores argumentativos según Cuenca M.J. (1995) Cantidad de conceptos sobre genética. Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Alzate (2009)
Momento 3 (Reflexión metacognitiva de la Unidad Didáctica)	Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.	ATLAS.ti versión 7.5.4 EXCEL 2010 de Microsoft Office.	Nivel argumentativo Uso de conectores Conceptos Representaciones multimodales	Escala argumentativa de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004). uso de conectores argumentativos según Cuenca M.J. (1995) Cantidad de conceptos sobre genética. Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Alzate (2009)
Cuestionario final (C.F.)	Analizar los resultados de la Unidad Didáctica implementada, con respecto al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes.	ATLAS.ti versión 7.5.4 EXCEL 2010 de Microsoft Office.	Nivel argumentativo Uso de conectores Conceptos Representaciones multimodales	Escala argumentativa de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004). uso de conectores argumentativos según Cuenca M.J. (1995) Cantidad de conceptos sobre genética. Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Alzate (2009)

Esta es una matriz de análisis donde se realiza en cada una de las fases de proceso de investigación una triangulación de los datos entre los actores y los autores. Fuente: Autor

La escala valorativa de los niveles de argumentación del modelo de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004) tiene los siguientes niveles: el nivel 1 corresponde a argumentos que son conclusiones simples versus contra conclusiones o

conclusiones versus conclusiones; el nivel 2 son argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos pero no contienen ninguna refutación; el nivel 3 son argumentos con una serie de conclusiones con cualquier dato, garantía o sustento con refutaciones débiles ocasionales; el nivel 4 son argumentos con una conclusión que tienen una refutación claramente identificable; y el nivel 5 son amplios argumentos con más de una refutación. El uso de conectores argumentativos de acuerdo con M.J. Cuenca (1995), donde: C1 se utiliza para introducir datos, C2 para introducir garantías, C3 para introducir respaldos, C4 en conclusiones, C5 para calificadores modales y C6 para introducir refutaciones. La cantidad de conceptos sobre genética como alelo, gen, cromosoma, leyes de Mendel, árbol genealógico. Tomados de Gelbart, Lewontin, Miller, Suzuki y David (1995). Las representaciones multimodales semióticas de acuerdo con Alzate O. (2013) en Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático.

Para efectos del análisis se nombraron los estudiantes del proceso de la siguiente manera: los participantes fueron elegidos al azar de acuerdo a su desempeño en el área de Ciencias Naturales durante el primer y segundo periodo del grado noveno, adicionalmente se tuvieron en cuenta estudiantes con necesidades educativas especiales; en total fueron 10 estudiantes, de los cuales 2 presentaron desempeño alto en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 7 estudiantes (E1 y E2); 3 estudiantes que presentaron desempeño básico en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 15 estudiantes (E3, E4 y E5). 3 estudiantes con desempeño bajo en el área de Ciencias Naturales, seleccionados al azar de un total de 13

estudiantes (E6, E7 y E8). 2 estudiantes que presentaron NEE, uno con diagnóstico de autismo (E10) y otro sin diagnóstico, pero con antecedentes de abuso y dificultad para relacionarse con los demás compañeros, no habla en clase (E9). Dentro de las estrategias de recolección de información se encuentra el cuestionario semi estructurado inicial (C.I.) y final (C.F.), y cada uno de los tres momentos de la Unidad Didáctica los cuales finalizan en un cuestionario semi estructurado de preguntas abiertas que permitieron hacer una reflexión metacognitiva propuesta Álvarez (2013) para lograr evolución conceptual.

## Capítulo 4

### 7. Análisis y Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación dieron lugar a conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria, dicho fortalecimiento se analizó a la luz de la escala valorativa del modelo de Toulmin propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004), a partir de la comparación entre el cuestionario semi estructurado inicial (C.I.) el cual parte de los saberes previos de los estudiantes, con el cuestionario semi estructurado final (C.F).

Posteriormente se analizó la implementación de la Unidad Didáctica sobre el concepto de las Leyes de Mendel basada en el modelo cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (CMAA) propuesta por Álvarez. (2013) donde se analizó la reflexión metacognitiva de cada uno de sus momentos; teniendo en cuenta las categorías inductivas: nivel argumentativo, uso de conectores argumentativos y evolución conceptual; de acuerdo a la naturaleza de la intervención no se había contemplado la importancia de la información que iban a arrojar los ejercicios propuestos sobre las representaciones de las Leyes de Mendel, sin embargo se consideró que los datos obtenidos arrojan información relevante sobre las representaciones multimodales que realizan los estudiantes. Los resultados obtenidos se analizan a continuación

diferenciando cada una de las categorías: nivel argumentativo, uso de conectores argumentativos, uso de conceptos y representaciones multimodales.

### 7.1. Categorías de Análisis

#### Nivel argumentativo.

En la Tabla 5 se relacionan los niveles argumentativos alcanzados por cada uno de los estudiantes representados con E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 y E10; en cada una de las estrategias: el cuestionario inicial (C.I.), las reflexiones metacognitivas de la Unidad Didáctica en los tres momentos y el cuestionario final (C.F.).

Tabla 5. *Niveles de argumentación en cada participante*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
MOMENTO 1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
MOMENTO 2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1
MOMENTO 3	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1
C.F.	2	2	2	3	3	2	1	1	3	3

En la tabla se representan los niveles argumentativos de cada uno de los participantes E1 a E10, en cada uno de los momentos de intervención: cuestionario inicial (C.I.), momentos 1, 2, y 3, adicionalmente, el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

El nivel 1 corresponde a argumentos que son conclusiones simples versus contra conclusiones o conclusiones versus conclusiones; el nivel 2 son argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos pero no contienen ninguna refutación; el nivel 3 son argumentos con una serie de conclusiones con cualquier dato, garantía o sustento con refutaciones débiles ocasionales; el nivel 4 son argumentos con una conclusión que tienen una refutación claramente identificable; y el nivel 5 son amplios argumentos con más de una refutación. Osborne, Erduran y Simon (2004).

Los estudiantes se clasificaron de acuerdo a sus similitudes en el avance en los niveles argumentativos y el momento de la intervención donde ocurrió el cambio; definidos así: sin avance, avance mínimo, avance intermedio, avance significativo.

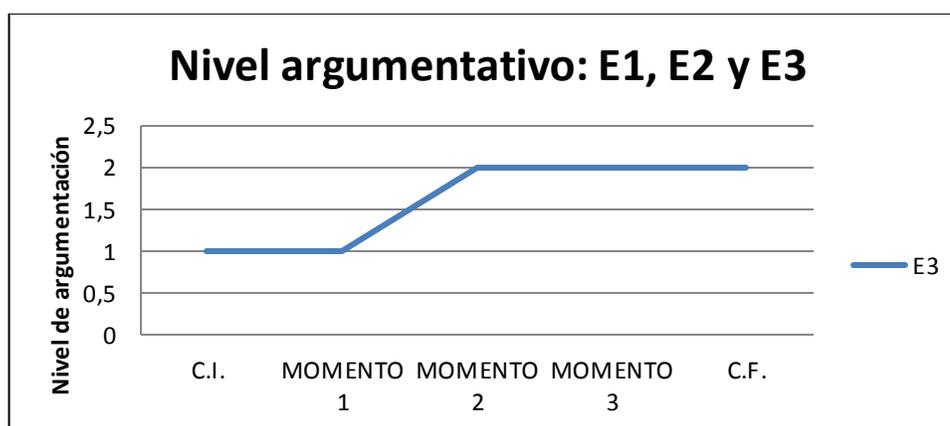
*Sin avance:*

Los estudiantes E7 y E8 presentaron un nivel argumentativo que se mantiene en 1, donde el estudiante solo muestra conclusiones y contra conclusiones desde el cuestionario inicial hasta el final: “Lorena tiene los ojos azules porque hubo alguna alteración genética”; sin embargo, iniciaron hablando de alteraciones genéticas y en el final indicaron que es por la herencia del abuelo. Pero no se evidencia un incremento en el nivel argumentativo durante la intervención.

*Avance mínimo:*

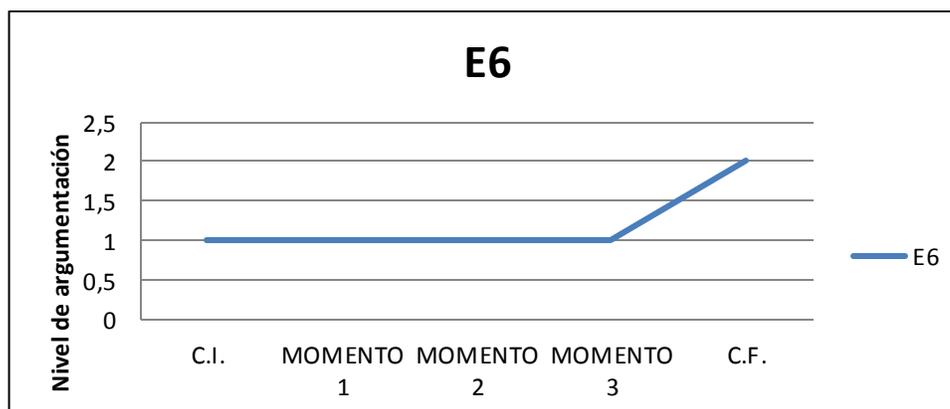
Son estudiantes que pasaron de un nivel de argumentación 1 a un nivel 2 en la escala del modelo argumentativo de Toulmin propuesta por Osberne, Erduran y Simon (2004). En el caso del estudiante E1, se pudo observar que inició con argumentos que sólo eran conclusiones: “Lorena tiene los ojos azules porque su abuelo los tiene del mismo color, ella lo pudo heredar de su abuelo”; al desarrollar la Unidad Didáctica fue incluyendo más datos y respaldos a sus argumentos a medida que se revisaban los conceptos. En el cuestionario final el estudiante ya apela a respaldos como la prueba de ADN; sin embargo, no contienen refutación: “Lorena tiene los ojos azules porque los pudo sacar del abuelo José que los tiene azul claro. Se puede realizar una prueba de ADN. Y puede que su madre tenga un gen que le transmitió para que sacara los ojos azules”; un caso similar ocurre en E2 y E3 quienes iniciaron sólo con datos, y en el

cuestionario final indicaron que “Lorena tiene los ojos azules por su abuelo, ya que Luisa al ser hija de José en su información genética quedó este gen y fue transmitida a Lorena como dice Mendel”; y “Lorena tiene los ojos azules por la herencia según lo dice la genética, ya que la información es transmitida de generación en generación como en el caso de Lorena y Jose, por eso tiene los ojos azules”, incrementando el nivel de argumentación como se muestra en la Figura 9.



*Figura 9.* Nivel argumentativo para E1, E2 y E3, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) donde se muestra que en el cuestionario inicial (C.I.) y momento 1 se encontraban en nivel 1 de argumentación, pero a partir del momento 2 alcanzaron el nivel 2 de argumentación.  
Fuente: Autor

En el caso de E6, inicialmente mostró simples conclusiones: “Lorena tiene los ojos azules porque salió a los genes del papá de Luisa heredando el color azul de los ojos”; y en el cuestionario final ya estaba hablando de genes que son respaldos, e incluyendo someras refutaciones: “Lorena tiene los ojos azules porque es más fácil de entender que sacó los ojos del abuelo, aunque puede que Maicol no sea el padre de Lorena”, como lo muestra la Figura 10.



*Figura 10.* Nivel argumentativo para E6, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) donde presentó nivel argumentativo 1 desde el cuestionario final hasta el momento 3, sin embargo, en el cuestionario final presenta respaldos ubicándose en el nivel argumentativo 2. Fuente: Autor

*Avance intermedio:*

En sus argumentos iniciales E9 y E10 presentaron conclusiones y utilizaron respaldos que son las leyes de Mendel y el ADN: “Los genes de su abuelo fueron heredados a Lorena, aunque Luisa no tenga ojos azul claro, si tiene la genética de su padre en la sangre y esta fue heredada a su hija Lorena, se puede afirmar con las leyes de Mendel y el ADN hereditario”. Finalizaron con argumentos que contienen datos, garantías, hablaron de manifestaciones de los genes y presentaron refutaciones: “Lorena tiene los ojos azules porque los heredo del gen recesivo de su abuelo, o puede ser una mutación genética”, incrementando el nivel argumentativo de un nivel 2 a nivel 3 como se observa en la Figura 11.

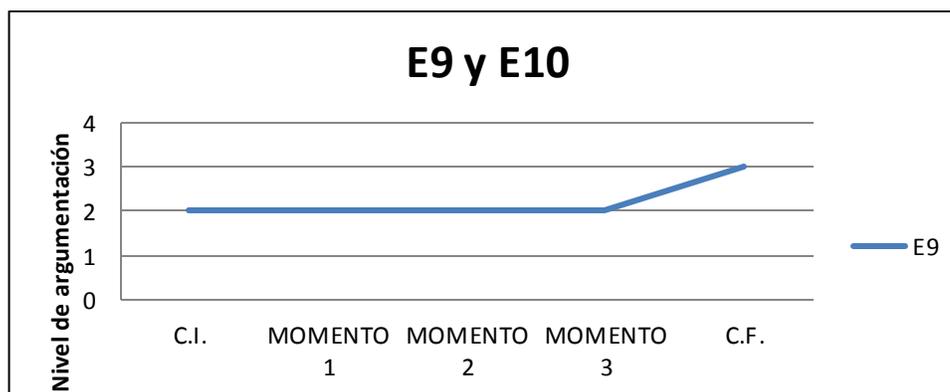
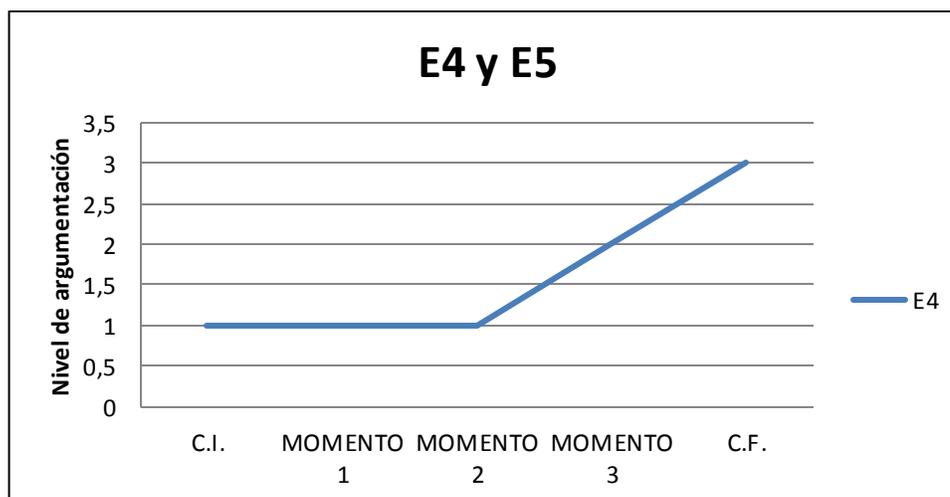


Figura 11. Nivel argumentativo para E9 y E10, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.) Los participantes E9 y E10 desde el cuestionario inicial hasta el momento 3 presentaron nivel argumentativo 2, sin embargo, en el cuestionario final ambos expresaron refutaciones ubicados en el nivel argumentativo 3. Fuente: Autor.

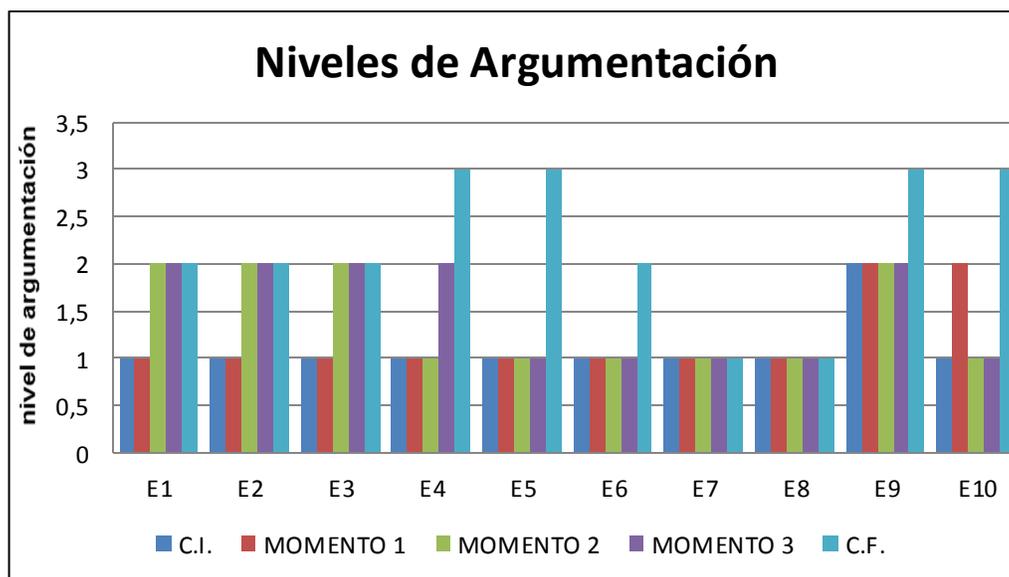
*Avance significativo:*

Para el caso de E4 Y E5, se puede observar en la Figura 12 que iniciaron con argumentos que son conclusiones, comenzaron a hablar del ADN: “Lorena posee los ojos azules porque su abuelo materno los tiene así y esto sucedió porque su madre tiene ADN de su padre y se lo transfirió a Lorena”; y en el cuestionario final escribieron refutaciones someras. “Lorena tiene los ojos azules por la genética, porque su abuelo también los tiene claros, aunque puede ser adoptada o Luisa le fue infiel a su esposo”; o “Lorena tiene los ojos azules porque ha heredado una gran cantidad de genes del padre de Luisa “José” que han dado la misma forma del color de ojos azules. O Luisa fue violada”. Ambos estudiantes pasaron de un nivel de argumentación 1 a un nivel 3 durante la intervención.



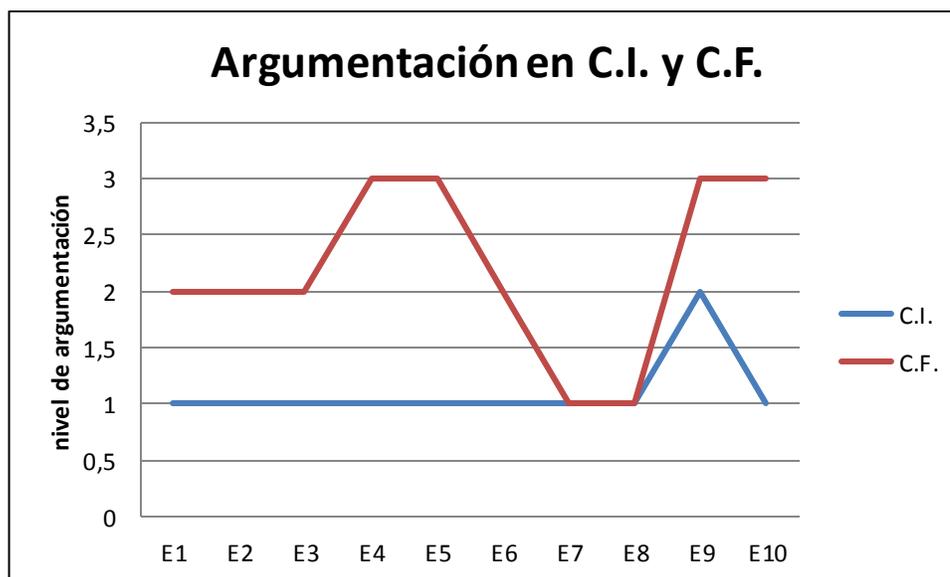
*Figura 12.* Nivel argumentativo para E4 y E5, en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los tres momentos de la UD, y en el cuestionario final (C.F.), los participantes E4 y E5 desde el cuestionario inicial hasta el momento 2 presentan nivel de argumentación 1, pero incrementa en el momento 3, hasta llegar al nivel 3 en el cuestionario final presentando refutaciones débiles. Fuente: Autor.

En general en el grupo de participantes se evidenció un progreso en los niveles argumentativos como se observa en el gráfico de barras de la Figura 13, pasando de simples conclusiones a tener en cuenta datos, garantías y respaldos citando leyes de Mendel y conceptos de genética, en algunos casos se observó la presencia de refutaciones. A partir del momento dos de la Unidad Didáctica se puede observar un cambio en el nivel argumentativo en algunos estudiantes debido a la revisión de conceptos. En el caso de los estudiantes E7 y E8, no se evidenció ningún tipo de cambio en el nivel argumentativo durante todo el proceso, son estudiantes que durante los dos primeros periodos académicos han presentaron desempeño bajo en el área de Ciencias Naturales; y en el registro de observador del docente, son estudiantes que trabajaban poco en clase y no mostraron interés en las actividades de clase.



*Figura 13.* Niveles argumentativos en el cuestionario inicial, los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final. En la gráfica se encuentran los participantes representados desde E1 a E10 en el eje x, en el eje y de la gráfica se encuentran los niveles argumentativos 1, 2, y 3. Fuente: Autor, en base a Osborne, Erduran y Simon (2004).

En cuanto a la argumentación en el cuestionario semi estructurado inicial (C.I.) y final (C.F.), se observa en la Figura 14 un incremento en el nivel argumentativo de los estudiantes; en los estudiantes E7 y E8 no se presentó ningún cambio y pudo deberse al poco interés que presentaron estos estudiantes por el área de Ciencias Naturales, ya que obtuvieron desempeño bajo durante el primer y segundo periodo académicos en el área, sin embargo, la mayor dificultad se presentó a la hora de escribir sus opiniones.



*Figura 14.* Comparación de los niveles argumentativos en el cuestionario inicial y cuestionario final en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10. Fuente: Autor

### Uso de conectores argumentativos

De acuerdo con Cuenca M.J. (1995), los conectores lógicos argumentativos se utilizan para introducir datos, respaldos, garantías, calificadores modales o conclusiones a los argumentos. Para efectos de la codificación de esta investigación se nombraron así:

*C1. Para introducir datos:* Puesto que, considerando que, ya que, porque... *C2. Garantía:*

A partir de, porque, dice que, dado que... *C3. Respaldo:* Según, porque, como dice... *C4.*

*Conclusión:* Así pues, he ahí que, por eso, se sigue que... *C5. Calificadores modales:*

probablemente, seguramente... *C6. Refutación:* A no ser que, excepto que, salvo que...

En la siguiente tabla se registraron los conectores usados por los estudiantes E1 a E10 en cada una de las estrategias que corresponden al cuestionario inicial (C.I.), las reflexiones metacognitivas de cada uno de los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.).

Tabla 6. *Uso de conectores argumentativos*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	C1	C1, C5	C1	C1, C2	C1	C1	C1	C1, C4	C1, C3	C1
MOMENTO 1	C1	C2	C4	C2	C1				C1	C1
MOMENTO 2	C1, C2	C1, C5	C4	C1,	C1	C1	C1		C1, C5	
MOMENTO 3	C1	C5, C2	C4	C1, C4	C1	C1			C1	
C.F.	C1, C2	C1, C3	C3, C4	C1, C6	C1, C6	C1	C1	C1	C1, C6	C1, C6

En la tabla se muestran los conectores argumentativos C1 a C6. Uso de conectores argumentativos de acuerdo con M.J. Cuenca (1995), donde: C1 se utiliza para introducir datos, C2 para introducir garantías, C3 para introducir respaldos, C4, en conclusión, C5 para calificadores modales y C6 para introducir refutaciones., utilizados por cada uno de los participantes E1 a E10, en el cuestionario inicial (C.I.), momento 1, 2, y 3 de la Unidad Didáctica, y el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

Para realizar la representación gráfica del uso de conectores argumentativos, se codificaron diferentes grupos de conectores para darles un valor numérico de la siguiente forma: uso de conector C1 o C2 corresponde a 1, C4 a 2, C3 a 3, C1 y C2 a 4, C1 y C4 a 5, C1 y C3 a 6, C5 y C1 a 7, y C6 y C1 a 10; con el fin de darle un mayor valor a la refutación ya que es el elemento de la argumentación que determina el incremento del nivel argumentativo en la escala de Osborne, Erduran Y Simon (2004), como muestra la Tabla 7.

Tabla 7. *Codificación de los conectores argumentativos para las representaciones gráficas.*

Conectores	Código
C1	1
C2	1
C4	2
C3	3
C1, C2	4
C1, C4	5
C1, C3	6
C5, C1	7
C6, C1	10

Se codifican los conectores argumentativos para facilitar el análisis en el programa EXCEL 2010. Dónde: C1 se utiliza para introducir datos, C2 para introducir garantías, C3 para introducir respaldos, C4, en conclusión, C5 para calificadores modales y C6 para introducir refutaciones. Fuente: Autor.

La Tabla 8 representa el uso de conectores argumentativos utilizados por los estudiantes teniendo en cuenta la codificación de los conectores argumentativos para las representaciones gráficas en el cuestionario inicial (C.I.), las reflexiones metacognitivas de los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.).

Tabla 8. *Uso de conectores argumentativos*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	1	1	1	4	1	1	1	5	6	1
MOMENTO 1	1	1	2	1	1				1	1
MOMENTO 2	4	7	2	1	1	1	1		7	
MOMENTO 3	3	7	2	5	1	1			1	
C.F.	4	7	3	10	10	1	1	1	10	10

En cada uno de los participantes E1 a E10 se registra el uso de conectores argumentativos codificados para su análisis, en cada uno de las fases del proceso de investigación: cuestionario inicial (C.I.), los momentos de la Unidad Didáctica 1, 2, y 3; y el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

Los estudiantes se clasificaron de acuerdo a sus similitudes en el avance del uso de conectores argumentativos y el momento de la intervención donde ocurrió el cambio; definidos así: sin avance, avance mínimo, avance intermedio, avance significativo.

#### *Sin avance*

Se observó que algunos participantes como E6, E7 y E8 sólo utilizaron conectores para introducir datos y conclusiones: “Lorena tiene los ojos azules porque su abuelo tiene

los ojos de color azul claro, por lo cual debe ser que Lorena alla nacido del mismo color de ojos; lo mas comúnmente es que maicol piense que Lorena no es su hija pero el debe entender que vino de herencia de la mamá de Lorena” con algo de incoherencia; pero no utilizaron conectores argumentativos en los momentos de la Unidad Didáctica y se les dificultó escribir o expresar sus opiniones, en el cuestionario final utilizaron sólo el conector para introducir datos: “Lorena tiene los ojos azules porque lo saco por herencia de su abuelo Jose”; por lo que no se evidencia un avance en el uso de conectores argumentativos.

En el cuestionario inicial el participante E8 utilizó diferentes conectores argumentativos, pero se evidencia una disminución de éstos en el transcurso de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final.

*Avance mínimo:*

Los participantes E3, E4 Y E5 durante el proceso inicial y los momentos 1, 2 y 3 utilizaron conectores para introducir datos, generalmente el “porque”, en el cuestionario final se evidenció el uso de varios conectores: “Lorena tiene los ojos azules porque ha heredado una gran cantidad de genes del padre de Luisa "José" que han dado la misma forma del color de ojos azules. O Luisa fue violada”; sin embargo, como muestra la Figura 15, es bajo el uso de conectores argumentativos por lo que se evidenció un avance mínimo en la utilización de estos conectores.

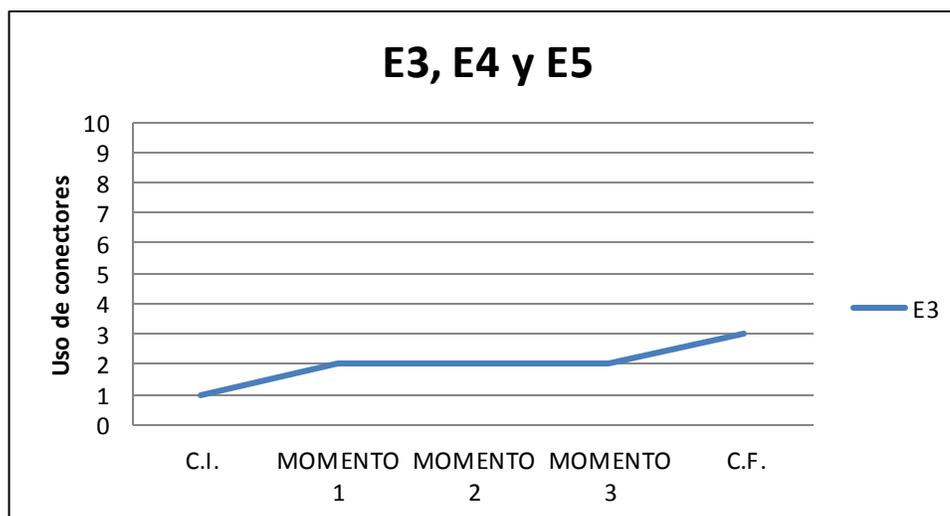
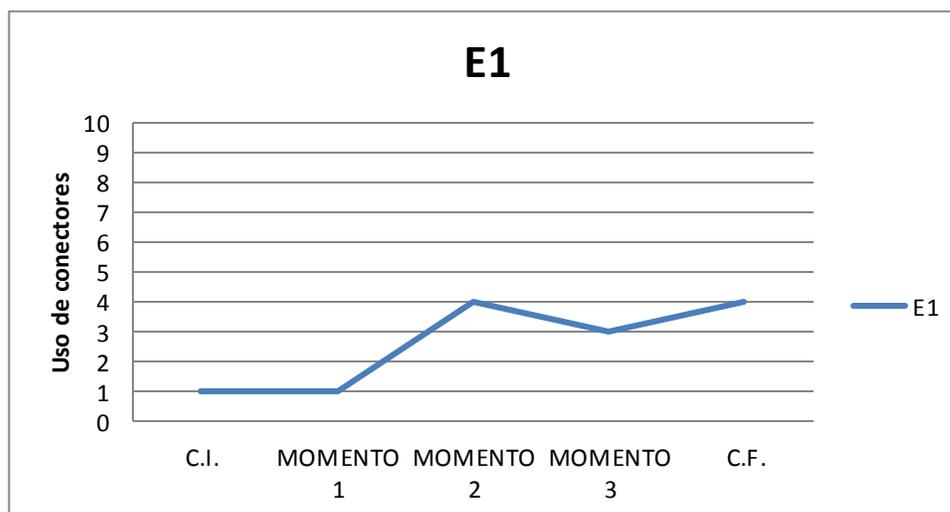


Figura 15. Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) en los participantes E3, E4 y E5, dónde se evidencia el incremento en el uso de conectores argumentativos desde el cuestionario inicial hasta el cuestionario final. Fuente: Autor

#### *Avance intermedio:*

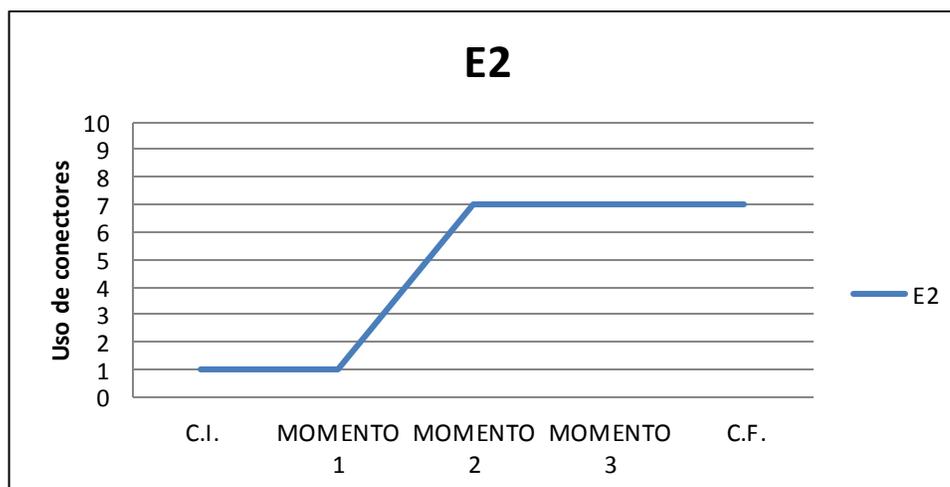
De acuerdo al uso de conectores argumentativos, se evidenció que en el Momento 2, el participante E1 utilizó conectores de conclusiones “puede haber una probabilidad de que sus hijos saldrían con deficiencia en la hormona de crecimiento porque él se los podría heredar, pero también hay una probabilidad que no saldrían así porque saldrían a la madre. Cada gen tiene un alelo dominante y otro recesivo, esto quiere decir que hay un gen más fuerte que otro, que hace que el alelo dominante se haga cargo de todas las características”, y continuó utilizando conectores para introducir datos como “porque”. En el cuestionario final utilizó conectores de garantías “Lorena tiene los ojos azules porque los pudo sacar del abuelo José que los tiene azul claro. Se puede realizar una prueba de ADN. Y puede que su madre tenga un gen que le transmitió para que sacara los ojos azules” como se muestra en la Figura 16, incrementando el uso de conectores argumentativos.



*Figura 16.* Uso de conectores argumentativos del participante E1 en el cuestionario inicial (C.I.), los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) dónde se observa que comienza a utilizar conectores argumentativos después del Momento 2, en el momento 3 expresa pocos conectores, pero en el cuestionario final utiliza conectores de garantías, incrementando nuevamente uso de conectores argumentativos. Fuente: Autor.

*Avance significativo:*

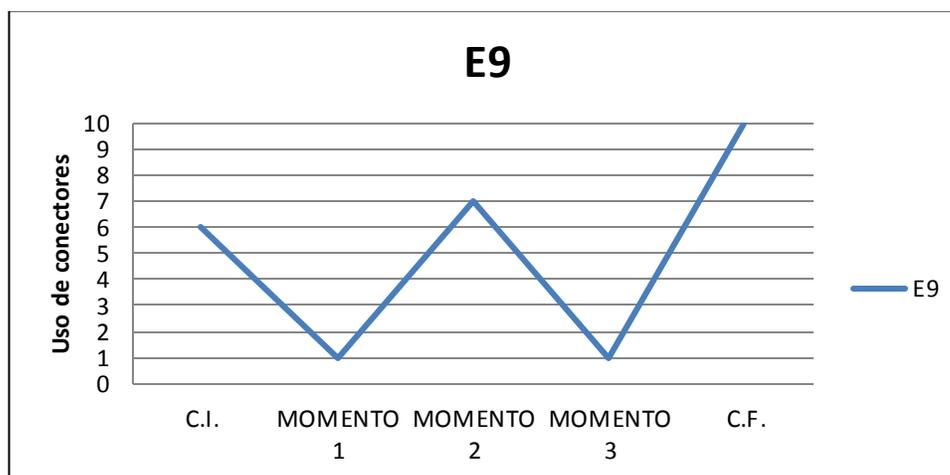
El participante E2 como lo muestra la Figura 17 incrementó el uso de conectores argumentativos; inicialmente utilizó conectores para introducir datos: “Lorena tiene los ojos azules por herencia de su abuelo materno quien tiene los ojos azules, ya que sin importar el color de los ojos de sus padres en la sangre o genes por herencia Lorena los tiene azules.” Y en cuestionario final utilizó conectores de respaldo mencionando las leyes de Mendel: “Lorena tiene los ojos azules por su abuelo, ya que Luisa al ser hija de José en su información genética quedó esto y fue transmitida a Lorena como dice Mendel”



*Figura 17.* Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.) para el participante E2 , quién inicia con la utilización de pocos conectores argumentativos, pero a partir del momento 2 incluye conectores de respaldo incrementando el uso de conectores. Fuente: Autor.

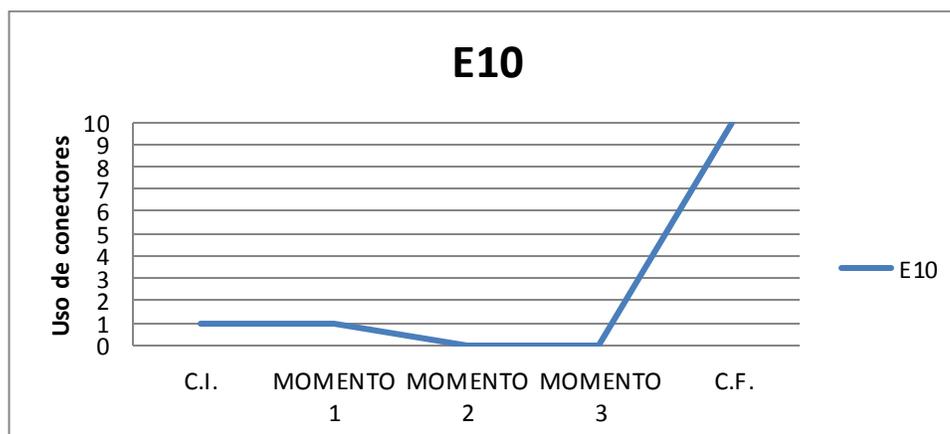
En el caso de E9, utilizó conectores para introducir datos y respaldo: “Los genes de su abuelo fueron heredados a Lorena, aunque Luisa no tenga ojos azul claro, si tiene la genética de su padre en la sangre y esta fue heredada a su hija Lorena, se puede afirmar con las leyes de Mendel y el ADN hereditario.”, sin embargo, es menor el uso de conectores durante los momentos de la Unidad Didáctica especialmente en aquellos donde se realizan operaciones matemáticas. En el momento 2 utilizó calificadores modales: “Pienso que los hijos de Mesi pueden presentar el mismo problema de deficiencia de la hormona de crecimiento porque los genes determinan al individuo y lo más probable es que los hijos tengan ese legado”. Y finalizó con el uso de conectores de conclusiones y refutación: “El gen recesivo fue mas notable tras varias descendencias hasta manifestarse, este gen lo heredo Laura de su abuelo, por eso tiene los ojos azules,

aunque Luisa se pudo haber sido infiel a Maicol”, fluctuación que se observa en la Figura 18.



*Figura 18.* El participante E9 en el cuestionario inicial (C.I.) presentó uso de conectores argumentativos, en los momentos 1 y 3 disminuyó su utilización, y en el momento 2 y cuestionario final (C.F.) incrementó considerablemente su uso. Fuente: Autor.

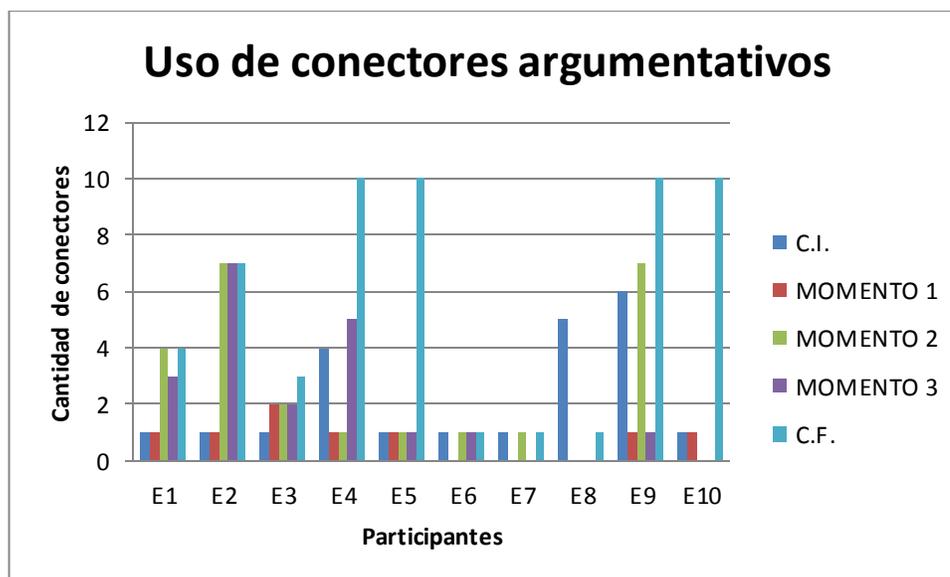
E10 inició con uso de conectores para introducir datos: “Lorena posee el gen de los ojos azules heredado de su abuelo a su madre y después a ella, pero tambien los genes de ojos café oscuro, los genes de ojos azules dio efecto porque le afectó más”, continuó con la utilización de “porque” en los demás momentos pero sin realizar mayores aportes en las actividades, estando silencioso en clase; y en el cuestionario final utilizó conectores para introducir datos y refutación: “Lorena tiene los ojos azules porque los heredo del gen recesivo de su abuelo, o puede ser una mutación genética”, incrementando el uso de conectores argumentativos como se muestra en la Figura 19.



*Figura 19.* El participante E10 inició utilizando pocos conectores argumentativos, sin embargo, en el cuestionario final (C.F.) se evidencia un elevado incremento en la utilización de estos conectores. Fuente: Autor

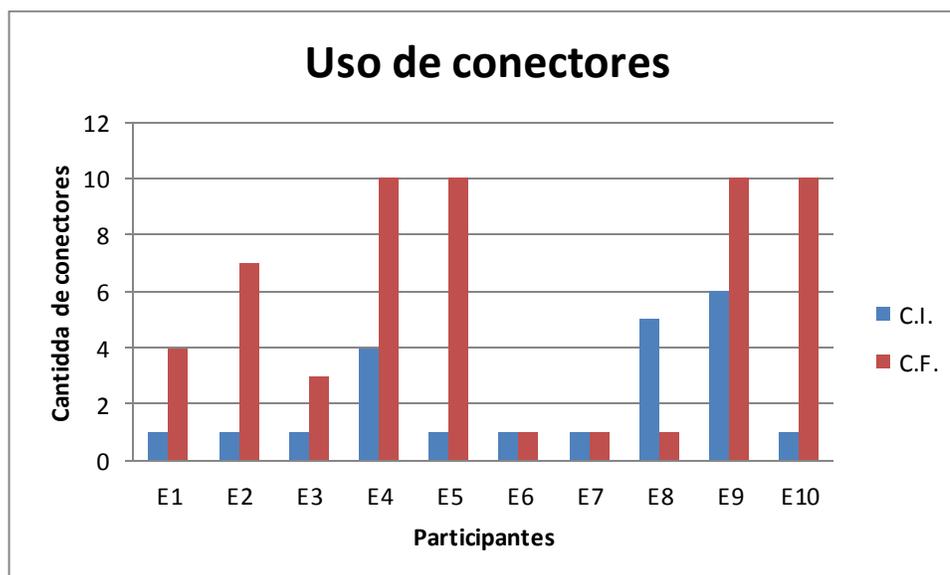
El uso de conectores argumentativos en los participantes incrementó en el cuestionario final con respecto a cuestionario inicial y los momentos de la Unidad Didáctica, el conector más utilizado fue “porque”, sin embargo, algunos estudiantes presentaron dificultad al momento de elaborar textos escritos. 4 de los 10 estudiantes lograron en el cuestionario final la utilización de conectores de refutación, después de tener presente los conceptos. E6 y E7 no presentan ningún cambio en el uso de conectores como se observa en la Figura 20; la reflexión metacognitiva del momento 1 de la Unidad Didáctica fue una de las actividades donde se presentó menor uso de conectores argumentativos.

En el eje x se encuentran los participantes enumerados de E1 a E10, en el eje y se encuentra el uso de conectores argumentativos. Cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y los cuestionarios iniciales (C.I.) y finales (C.F.) se encuentran representados por colores en el diagrama de barras.



*Figura 20.* En el eje x se encuentran los participantes enumerados de E1 a E10, en el eje y se encuentra el uso de conectores argumentativos. Fuente: Autor

Con respecto al uso de conectores en el cuestionario inicial y final, se puede observar en la Figura 21 que incrementó el uso de ellos después de la intervención con la Unidad Didáctica en 6 de los 10 participantes; sin embargo, E8 presentó un proceso inverso donde inició con un buen uso de conectores argumentativos, pero finalizó utilizando sólo el conector “porque”, escribiendo textos muy cortos que denotan el poco interés. En E6 y E7 no se observó ningún cambio en el uso de conectores argumentativos.



*Figura 21.* Uso de conectores argumentativos en el cuestionario inicial (C.I.) y cuestionario final (C.F.), en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10 en el eje x. Fuente: Autor

### *Evolución conceptual:*

La Unidad Didáctica implementada se desarrolló bajo el modelo cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (CMAA), en el cual el estudiante es autónomo porque es quién decide qué aprender, propuesto por Álvarez. (2013), para lograr la evolución conceptual. Las actividades las realizó el estudiante para construir sus conceptos, en la sesión 4 al finalizar la reflexión metacognitiva se realizó una revisión de los conceptos que tenían los estudiantes sobre las leyes de Mendel con el fin de verificar si era necesaria la intervención del docente con clase magistral para continuar con el momento 3. Teniendo siempre presente el contexto en el que se encontraban los estudiantes.

Para esta investigación fue necesaria la intervención del docente ya que los estudiantes presentaron dificultades en los procesos matemáticos especialmente al realizar los cruces de Mendel.

La Tabla 9 presenta los conceptos adquiridos por cada uno de los estudiantes en el cuestionario inicial (C.I.), las reflexiones metacognitivas de cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.).

Tabla 9. *Conceptos*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	información hereditaria	gen								gen
MOMENTO 1	Gen, ADN, herencia	genética y línea del tiempo	historia de la genética	historia de la genética	historia de la genética				historia de la genética	historia de la genética
MOMENTO 2	Gen, Alelo	alelo	gen, alelo	gen			gen		gen, alelo	cromosoma, alelo
MOMENTO 3	genealogía y representaciones	genealogía, historia de la genética	genealogía	árbol genealógico	genealogía	genealogía	genealogía	genealogía	Genealogía	árbol genealógico
C.F.	Gen, cromosoma y genealogía	gen, cromosoma, genealogía	gen, alelo, cromosoma, genealogía	gen, alelo y cromosoma, genealogía	Gen, genealogía	gen, cromosoma, genealogía	gen, cromosoma, genealogía	Gen, genealogía	Gen, cromosoma y alelo, genealogía	Gen, cromosoma y alelo, genealogía

En la tabla se muestran los conceptos adquiridos por los participantes enumerados de E1 a E10 en el cuestionario inicial (C.I.), los tres momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

Fue necesario crear una codificación de los conceptos para realizar las representaciones gráficas y analizar la evolución conceptual en los estudiantes como aparecen en la tabla 10.

Tabla 10. *Codificación de los conceptos*

Código	Concepto
1	Información hereditaria
2	Gen
3	ADN, gen y herencia
4	Historia de la genética
5	Alelo
6	Genealogía
7	Alelo y cromosoma
8	Gen y alelo
9	Gen y cromosoma
10	Gen, cromosoma, alelo y genealogía

Los principales conceptos sobre genética se codificaron teniendo en cuenta su complejidad. Fuente: Autor

Después de codificar los conceptos para realizar las representaciones gráficas en el programa EXCEL 2010, se construyó la Tabla 11 que muestra el proceso conceptual de los estudiantes en el cuestionario inicial, en las reflexiones metacognitivas de cada uno de los tres momentos de la Unidad Didáctica y en el cuestionario final; en los casos donde no se presentan datos es porque los participantes no utilizaron los conceptos de forma aceptada por la comunidad científica, para este caso eran concepto erróneos.

Tabla 11. *Proceso conceptual codificado*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	1	2								2
MOMENTO 1	3	4	4	4	4				4	4
MOMENTO 2	8	5	8	2			2		8	7
MOMENTO 3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
C.F.	10	10	10	10	2	9	9	2	10	10

En la tabla se registraron los conceptos ya codificados alcanzados por los participantes, enumerados de E1 a E10 en el cuestionario inicial (C.I.), cada uno de los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

Los estudiantes se clasificaron de acuerdo a sus similitudes en el avance de apropiación de conceptos sobre genética y el momento de la intervención donde ocurrió el cambio; definidos así: sin avance, avance mínimo, avance intermedio, avance significativo.

*Sin avance:*

No se presentó ningún caso en los participantes, todos mostraron un avance conceptual.

*Avance mínimo.*

El estudiante E8 para el cuestionario inicial indicó que los genes son partículas que se encuentran en todo el cuerpo, en varias partes del cuerpo. En muchos conceptos escribió: no sé. En el momento 1 y 2 de la Unidad Didáctica no reconoció conceptos y se le dificultó realizar cruces de las leyes de Mendel. No culminaron las actividades indicando que necesitaba más tiempo; pasó de no identificar ningún concepto a ubicar el gen dentro del cromosoma y definirlo como lo muestra la Figura 22.

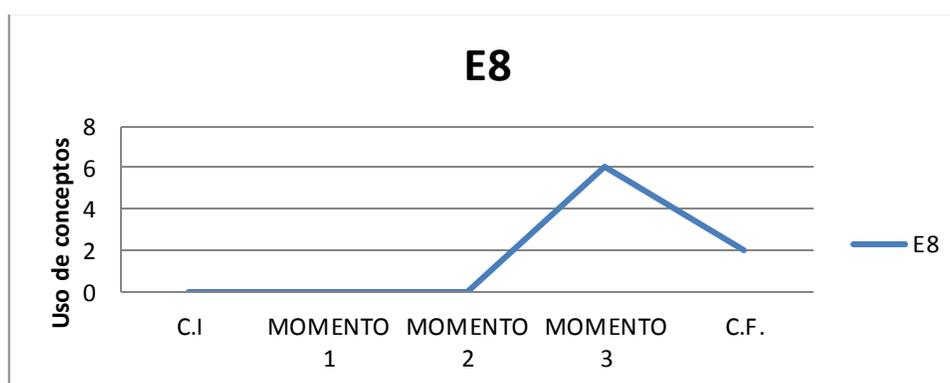


Figura 22. El participante E8 no maneja conceptos en el cuestionario inicial (C.I.), momentos 1 y 2, sin embargo, en el momento 3 maneja algunos conceptos de genética, pero disminuye nuevamente su uso en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

*Avance intermedio:*

En el caso de E1, al inicio no manejó el concepto de gen y cromosoma. Sin embargo, afirmó que la información hereditaria se transmitía de generación en generación. Presenta una variación como se observa en la Figura 23, en el momento 1 no reconoció conceptos sobre genética; en el momento 2 reconoció el concepto de gen, pero presentó dificultad con los cruces de Mendel; y en el cuestionario final realizó genealogías y maneja el concepto de gen, alelo y cromosoma; mostrando un avance intermedio en la apropiación de conceptos.

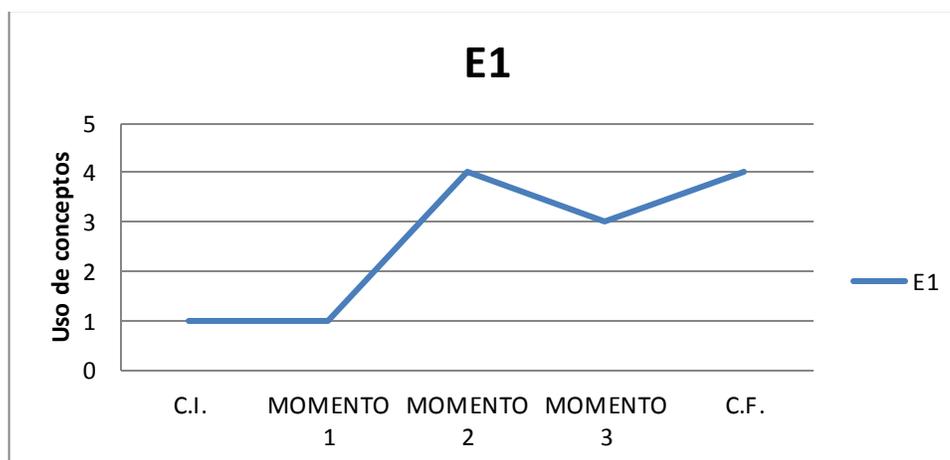


Figura 23. El participante E1 en el cuestionario inicial y momento 1 manejó pocos conceptos, sin embargo, desde el momento 2 incrementó el uso de conceptos sobre genética. Fuente: Autor.

*Avance significativo:*

Algunos participantes como E2, E3, E4 y E5 relacionaron el concepto de gen y alelo con las células sexuales: óvulo y espermatozoide. Sin embargo, aclararon que los genes son parte de la información genética la cual puede determinar nuestros rasgos. En

el momento 1 ubicaron sin dificultad la línea del tiempo de la genética con fechas, eventos y personajes. En el momento 2 hablan sobre los alelos e indican que hay uno dominante y otro recesivo. El alelo está dentro del gen y contiene la información hereditaria. En el cuestionario final dibujan el gen dentro de la célula en el núcleo, adicionalmente realiza genealogías con las convenciones adecuadas, mostrando una evolución conceptual como se representa en la Figura 24.

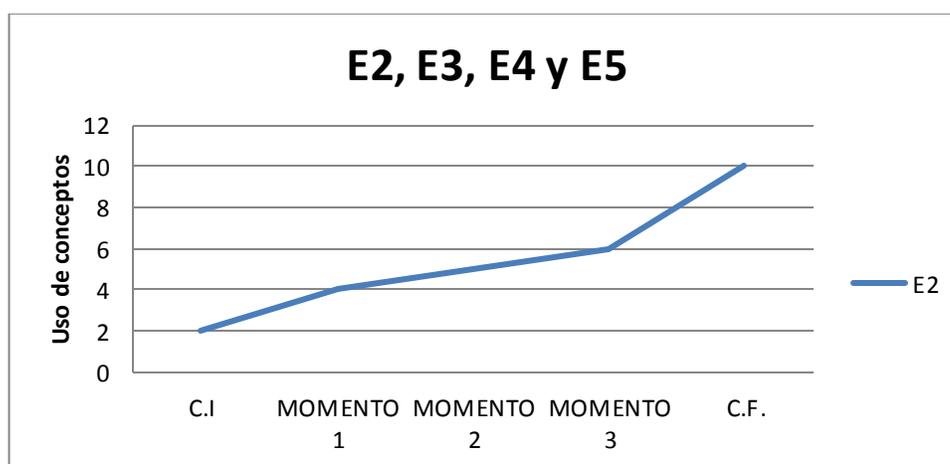
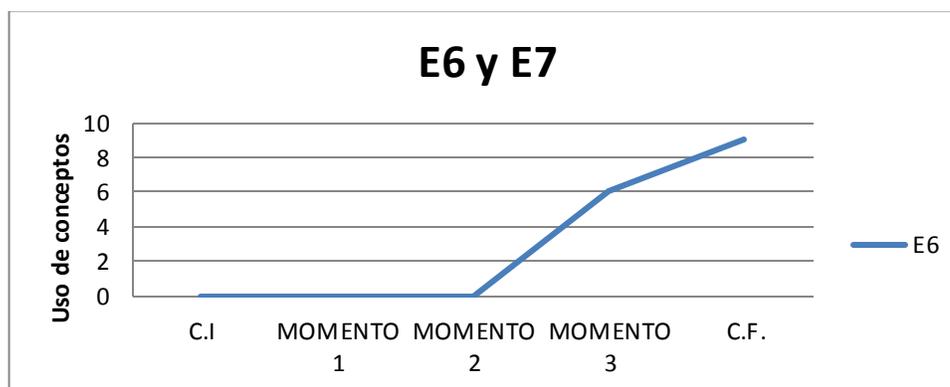


Figura 24. Los participantes E2, E3, E4 y E5 incrementan el uso de conceptos desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

En el cuestionario inicial E6 al igual que E7 indicaron que gen es lo que uno hereda de los padres, sin embargo, dibujaron un cromosoma como gen, y en varios conceptos escribieron “no sé” en la definición. En el momento 1 se les dificultó realizar la línea del tiempo de la genética con fechas, personajes y eventos. En el momento 2 no realizaron los cruces de Mendel y no identificaron conceptos. Para el momento 3 realizaron genealogías sin dificultad como lo muestra la Figura 25. En el cuestionario final indicaron que los genes contienen la información que se transmite de padres a hijos

adicionalmente dibujaron el gen dentro del núcleo de la célula, mostrando una evolución conceptual significativa.



*Figura 25.* Los participantes E6 y E7 no presentaron manejo conceptual sobre genética, en el cuestionario inicial (C.I.), momento 1 y 2; sin embargo, a partir del momento 3 y cuestionario final (C.F.) se evidenció un incremento en el uso de conceptos. Fuente: Autor.

El estudiante E9 dibujó los cromosomas dentro del citoplasma de la célula por fuera del núcleo y algunos conceptos los dejó en blanco; mostrando evolución conceptual como se observa en la Figura 26. En el momento 1 realizó el cuadro con eventos, fechas y personajes sobre la línea del tiempo de la genética. En el momento 2 indicó que cada gen estaba formado por alelos y cuando surge un nuevo individuo sus características más notables provienen del gen dominante; presentó dificultad con los cruces de Mendel. En el momento 3 escribió que con la genealogía se puede estudiar las características de una enfermedad de generación en generación con representaciones. En el cuestionario final indicó que “los genes son partículas diminutas que se encuentran en el ADN en cada cromosoma de un individuo y es la información hereditaria, dibuja el ADN dentro del núcleo de la célula y allí los cromosomas”.

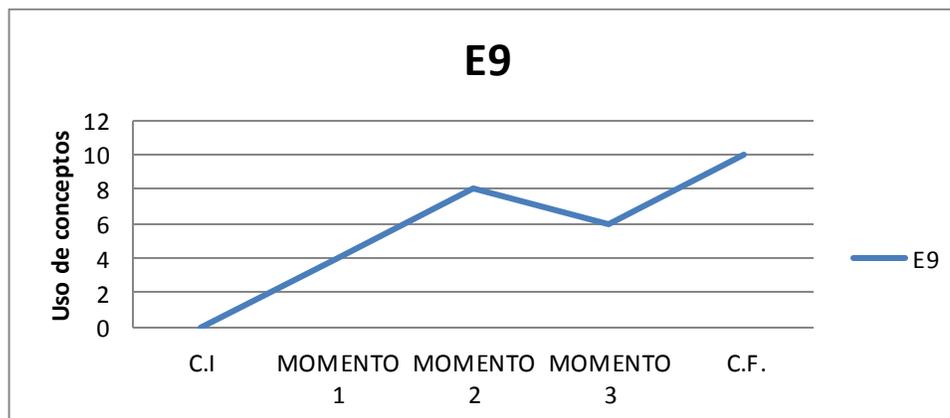
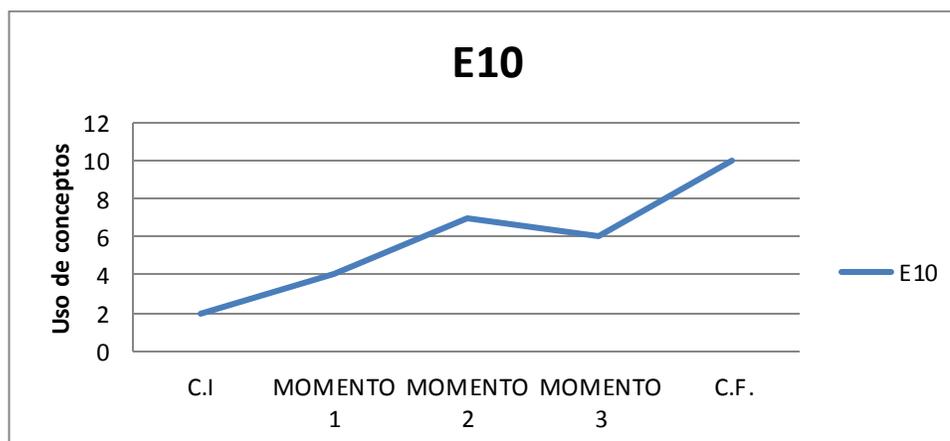


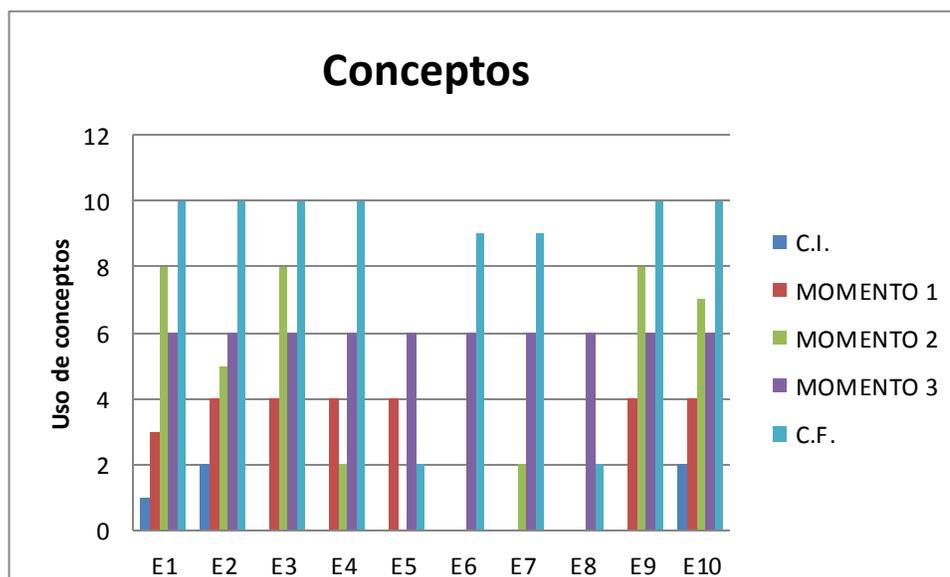
Figura 26. El participante E9 desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.) muestra mayor uso de conceptos sobre genética. Fuente: Autor.

En el cuestionario inicial E10 indicó que los genes son información pasada de generación en generación para la adaptación de un organismo por medio de la evolución. En el momento 1 aseguró que la historia de la genética realmente comienza con Mendel y dibujó la línea del tiempo de la genética con fechas, eventos y personajes. En el momento 2 aseguró que la información genética está en los cromosomas que tienen dos alelos y contienen la información hereditaria con las características de cada individuo, sin embargo, se le dificultó realizar los cruces de Mendel. En el momento 3 el estudiante indicó que un árbol genealógico es un sistema por medio del cual se pueden identificar posibles patrones de herencia. En el cuestionario final escribió que los genes tienen la información que es transmitida de generación en generación y codifica cada característica de nuestro cuerpo, reconoció el concepto de alelo y cromosoma; mostrando durante la intervención una evolución conceptual como se puede observar en la Figura 27.



*Figura 27.* El participante E10 incrementó el uso de conceptos sobre genética desde el cuestionario inicial (C.I.) hasta el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor.

Al analizar en conjunto los conceptos adquiridos por los estudiantes se evidencia en cada uno de los momentos de la estrategia una evolución conceptual, sin embargo, en E8 se ve disminuida lo cual se puede deber a la falta de tiempo para terminar el cuestionario final. Muchos iniciaron con el manejo o apropiación de pocos conceptos, inclusive algunos muy confusos, sin embargo, al ir avanzando en la Unidad Didáctica se pudo observar que a medida que trabajaron los conceptos y realizaron las actividades se apropiaron de más conceptos. En el momento 3 el manejo de conceptos fue poco por la temática trabajada ya que las actividades se enfocaron en las representaciones genealógicas. En el cuestionario inicial fue dónde se evidenció el menor uso de conceptos como lo muestra la Figura 28.



*Figura 28.* El gráfico de barras contiene en el eje x los participantes enumerados de E1 a E10, en el eje y se encuentra el uso de conceptos después de realizar la codificación. Fuente: Autor.

Comparando el cuestionario inicial con el cuestionario final se pudo observar una evolución conceptual en todos los estudiantes, algunos iniciaron con falencias conceptuales donde no reconocieron que era un gen, alelo o cromosoma, sin embargo, en el cuestionario final se evidenció una apropiación de estos términos. En la Figura 29 se evidencia que la mayoría de estudiantes no manejaban los conceptos de genética, sólo 3 participantes reconocieron adecuadamente uno o dos conceptos, sin embargo, en el cuestionario final se evidenció el incremento en el uso de conceptos.

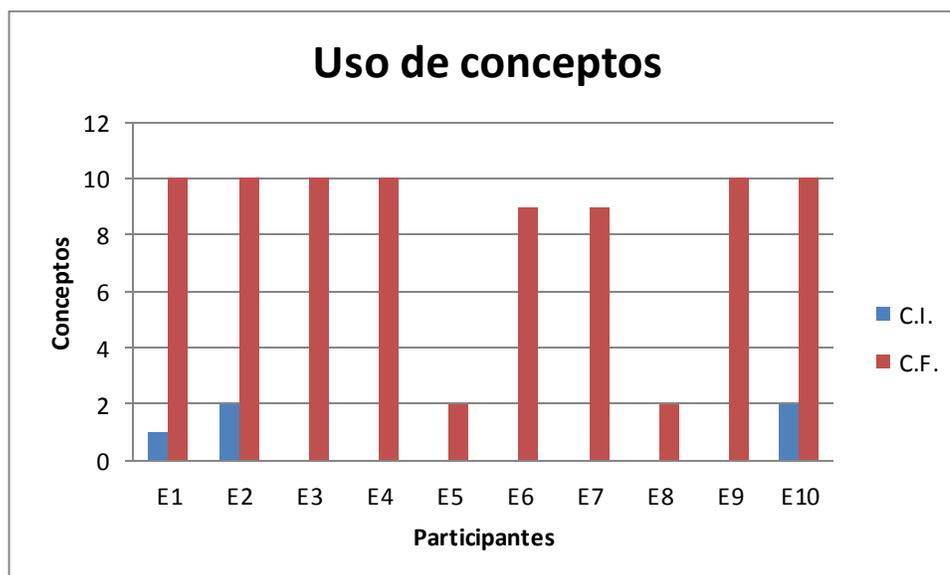


Figura 29. El gráfico de barras representa el uso de conceptos en el cuestionario inicial (C.I.) y el cuestionario final (C.F.) en cada uno de los participantes enumerados de E1 a E10. Fuente: Autor.

#### *Categoría emergente:*

Dentro del análisis realizado, surgió información que no estaba contemplada inicialmente, específicamente la forma cómo los estudiantes realizaron las representaciones gráficas sobre las genealogías. De acuerdo con Álvarez (2013), los estudiantes tienen unas estructuras mentales o modelos explicativos que se van transformando cuando existe una evolución conceptual y cambian a modelos conceptuales. La Tabla 12 muestra las representaciones realizadas por los estudiantes sobre el árbol genealógico en el cuestionario inicial, en el momento 3 de la Unidad Didáctica dónde se trabajan los conceptos de genealogías y en el cuestionario final.

Tabla 12. *Representaciones genealógicas*

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
C.I.	Forma de árbol sin convenciones	Forma de conjuntos de individuos	Forma de nubes para los individuos y líneas de parentesco	Forma de nubes para los individuos y líneas de desorden	hombres y mujeres con corazones	Hombres y mujeres representadas en cuadros con líneas de parentesco	Forma de nubes para los individuos y líneas de parentesco	Forma de nubes como un mapa mental	Hombres y mujeres representados por cuadros y en el interior de los hombres con punto y mujeres con triángulo	Hombres y mujeres representadas con cuadros y líneas de desorden
MOMENTO 1										
MOMENTO 2										
MOMENTO 3	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía	convenciones de genealogía
C.F.	Forma de árbol pero con líneas separando parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Forma de nubes para los individuos y líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco	Mujeres representadas con círculo y hombres con cuadros, con líneas de parentesco

Los participantes se encuentran enumerados de E1 a E10 en el cuestionario inicial (C.I), los momentos de la Unidad Didáctica y el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor

A continuación, se ejemplifican algunas de las representaciones realizadas por los estudiantes, dónde E2 inició representando la genealogía como conjuntos matemáticos y finalizó utilizando adecuadamente las líneas de relación, jerarquías y convenciones para hombre y mujer como se muestra en la Figura 30 y Figura 31 respectivamente.

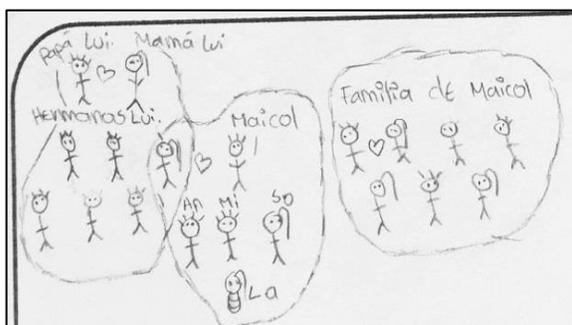


Figura 30. Representación genealógica de E2 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I).Fuente: Autor.

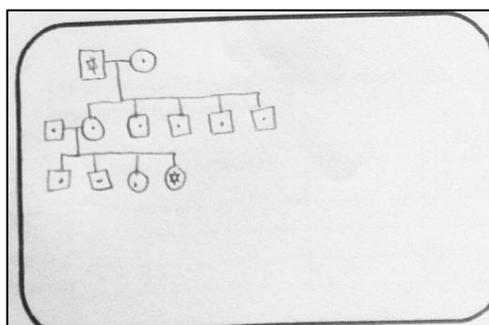


Figura 31. Representación genealógica de E2 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.).Fuente: Autor

En el caso de E5, al inicio representó las relaciones con símbolos comunes como corazones y operaciones matemáticas, pero al finalizar mejoró las representaciones utilizando las convenciones de las genealogías y los niveles jerárquicos, sin embargo, manifestó mediante el dibujo de un corazón la presencia de una relación como se muestra en las Figuras 32 y 33.

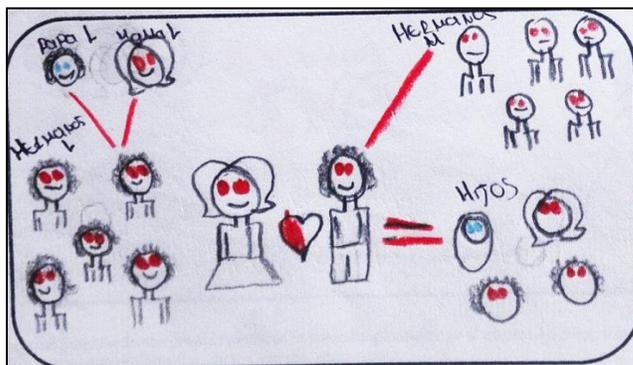


Figura 32. Representación genealógica de E5 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I). Fuente: Autor.

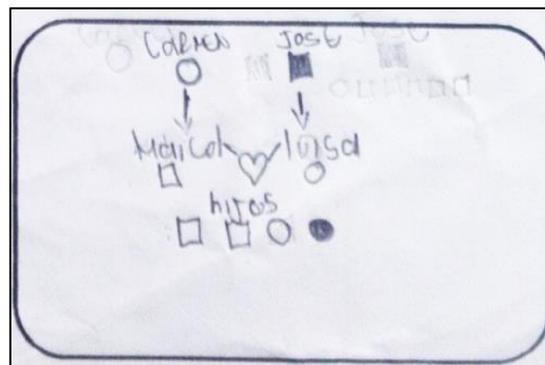


Figura 33. Representación genealógica de E5 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor.

E7 y E8 iniciaron sus representaciones en forma de mapa mental, con muchos datos sobre los individuos, sin embargo, al finalizar utilizaron convenciones adecuadas para representar hombres y mujeres, sus jerarquías y relaciones, como se observa en las Figuras 34 y 35.

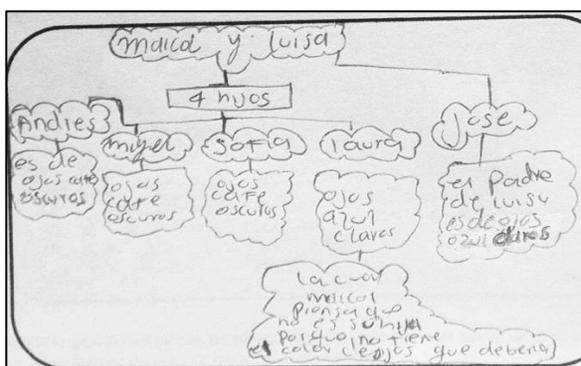


Figura 34. Representación genealógica de E7 para un problema de genética en el cuestionario inicial (C.I). Fuente: Autor.

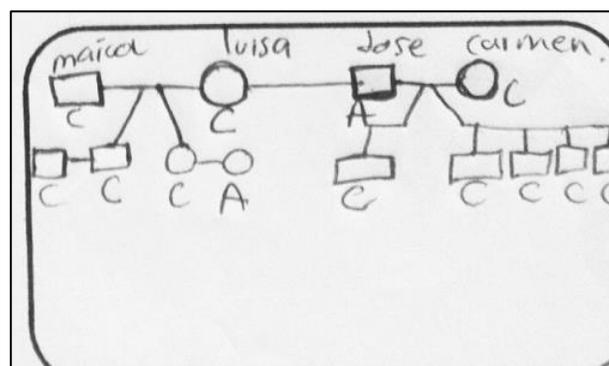


Figura 35. Representación genealógica de E7 para un problema de genética en el cuestionario final (C.F.). Fuente: Autor.



Es importante resaltar que en su mayoría las representaciones mentales que tenían los estudiantes fueron modificadas después de trabajar el *Enigma de Nimega* y el árbol genealógico, ellos trataron de dar sus explicaciones desde las ideas preconcebidas que tenían sobre esta representación, pero después de trabajar los conceptos se observó en el cuestionario final una modificación en sus representaciones iniciales al incorporar convenciones de genealogías.

## Capítulo 5

### 8. Conclusiones

La presente investigación busca conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa El Limonar; en la que se desarrolló y validó un instrumento para identificar los niveles de argumentación iniciales y finales de los estudiantes, y otro instrumento que correspondió a una Unidad Didáctica (UD) del concepto de las Leyes de Mendel basada en el modelo de evolución conceptual de Álvarez (2013).

Se construyó el análisis cualitativo de los datos obtenidos de 10 participantes en tres categorías de análisis: el nivel argumentativo, de acuerdo con la escala valorativa del modelo argumentativo de Toulmin traducida y adaptada por Osborne, Erduran y Simon (2005); el uso de conectores argumentativos según Cuenca (1995); y el uso de conceptos sobre genética. El cual evidenció que la UD implementada permitió incrementar el nivel argumentativo en los estudiantes, brindando elementos del modelo argumentativo de Toulmin como garantías y respaldos. En cuanto al uso de conceptos, el estudio demostró que el modelo de UD logró una evolución conceptual.

El estudio realizado demostró que la Unidad Didáctica (UD) implementada logró un incremento en el nivel argumentativo en 8 de los 10 participantes, es decir un 80%, donde los estudiantes pasaron de utilizar simples conclusiones, es decir un nivel 1, a tener en cuenta datos, garantías y respaldos citando las leyes de Mendel y conceptos de

genética como ADN, gen, alelo, cromosoma, herencia, entre otros; en algunos participantes se observó la presencia de refutaciones que los ubicó en un nivel 3 en la escala valorativa del modelo de Toulmin. A medida que se avanzaba en la implementación de la UD, los estudiantes adquirieron conceptos que favorecieron la presencia de argumentos con más elementos según el modelo argumentativo de Toulmin. El cambio más significativo en los niveles argumentativos se evidenció en el momento 2 de la UD después de realizar actividades de historia y epistemología del concepto.

El uso de conectores argumentativos de acuerdo con Cuenca (1995) facilita la introducción de datos, garantías, calificadores modales, conclusiones y refutaciones para el modelo argumentativo de Toulmin. Con este estudio se concluyó que el incremento en el uso de conectores argumentativos posibilitó un avance en el nivel argumentativo de los estudiantes, permitiéndoles llegar a un nivel 3 donde se incluyen refutaciones.

En cuanto al uso de conceptos, el estudio demostró que el modelo de Unidad Didáctica de Álvarez (2013) logró una evolución conceptual en todos los participantes; sin embargo, fue necesario realizar una modificación a este modelo teniendo en cuenta el contexto de los estudiantes y su bajo nivel de autonomía, incluyendo una intervención del docente con clase magistral para explicar procesos matemáticos y resolver ejercicios de cruces mono híbridos y di híbridos de las leyes de Mendel. Los estudiantes lograron apropiarse de conceptos como gen, alelo, cromosoma, genealogía, herencia y leyes de Mendel.

Durante el análisis de los datos, surgió información que no estaba contemplada inicialmente, y hace referencia a la forma cómo los estudiantes realizaron las

representaciones gráficas sobre las genealogías. De acuerdo con Álvarez (2013), los estudiantes tienen unas estructuras mentales o modelos explicativos que se van transformando cuando existe una evolución conceptual y cambian a modelos conceptuales por medio de representaciones multimodales. Los estudiantes utilizaron símbolos matemáticos y figuras como nubes, árboles y corazones para representar las relaciones jerárquicas de las genealogías en el cuestionario inicial; evidenciándose en el cuestionario final unas representaciones más evolucionadas teniendo en cuenta las convenciones para las genealogías.

Las implicaciones de este estudio en la enseñanza de las Ciencias Naturales son diversas; primero, brinda un modelo de Unidad Didáctica que se enfoca en la evolución conceptual y el trabajo en equipo permitiendo el paso de modelos iniciales o ideas previas a modelos conceptuales o más evolucionados. En segundo lugar, logra el fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria a través del modelo argumentativo propuesto por Toulmin (2007). Y en tercer lugar, es una estrategia que le permite a los docentes de Ciencias Naturales mejorar sus prácticas de aula, dejando a un lado el modelo tradicional o conductista para lograr un proceso de aprendizaje en los estudiantes. Finalmente, se considera que la argumentación puede contribuir a la educación científica de los estudiantes y también a su educación como ciudadanos; como lo dice Kolstø (2007), son importantes los momentos de pensamiento y reflexión metacognitiva para desarrollar esos procesos argumentativos.

## 9. Recomendaciones

Se sugiere para posteriores investigaciones que se pretendan realizar con estudiantes de secundaria, diseñar las actividades de la Unidad Didáctica basadas en el modelo de evolución conceptual de Álvarez (2013) con enfoques constructivistas teniendo en cuenta el contexto en el cual se encuentran los estudiantes; permitiendo la interacción directa del docente y el estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Adicionalmente en los casos en los que sea necesario, sobre todo teniendo en cuenta la habilidad o no de los estudiantes para abordar elementos que se fundamentan desde otras áreas de conocimiento logrando realizar una integración curricular desde Ciencias Naturales con las áreas de Matemáticas para mejorar los procesos lógicos y analíticos; y de Lenguaje para fortalecer la lectura crítica y el debate.

Por otra parte, se sugiere que para una profundización de esta temática se debe establecer desde la pregunta de investigación, que las representaciones multimodales son una categoría de análisis apriorística para enriquecer el estudio, ya que la evolución conceptual se puede analizar desde las representaciones gráficas que realizan los estudiantes sobre un concepto determinado.

## Referencias

- Aleixandre, M. P. J., y Pérez, J. F. (1987). El "desconocido" artículo del Mendel y su empleo en el aula. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 5(3), 239-246.
- Álvarez, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo*, 27(62), 115-135.
- Alzate, Ó. E. T. (2009). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista educación y pedagogía*, 18(45), 37-49.
- Amador Rodríguez, R. Y. (2000). Cambio Conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico.
- Ambròs, A. (2009). La programación de unidades didácticas por competencias. *Aula de innovación Educativa*, 180, 26-32.
- Ageitos, N., Puig, B., y Calvo-Peña, X. (2016). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica
- Buitrago-Martín, Á. R., Mejía-Cuenca, N. M., y Hernández-Barbosa, R. (2014). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias.
- Cademartori, Y., y Parra, D. (2000). Reforma educativa y teoría de la argumentación. *Revista signos*, 33(48), 69-85. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342000004800006>

- Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y aprendizaje*, 14(55), 13-28.
- Chamizo, J. A., e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 51, 9-19.
- Creswell, J. W. (2010). Proyecto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. In *Proyecto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto*.
- Cruz-Coke, R. (1999). Historia de la genética latinoamericana en el siglo XX. *Revista médica de Chile*, 127(12), 1524-1532.
- Cruz-Coke, R. (2003). Valoración de trabajos clásicos en la historia de la genética. *Revista médica de Chile*, 131(2), 220-224.
- Cuenca, M. J. (1995). Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. *Comunicación, lenguaje y educación*, 7(2), 23-40.
- Curriculares, L. Ciencias Naturales y Educación Ambiental (2000). Cooperativa Editorial Magisterio. Ministerio de Educación Nacional, Santa Fe de Bogotá.
- De Zubiría Samper, Miguel. (2000). Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas. Bogotá: Fundación de Pedagogía Conceptual.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- Erduran, S., y Jimenez-Aleixandre, M. P. (2007). Argumentation in science education: Recent developments and future directions. Dordrech: *Springer*.

- Erduran, S., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education. Perspectives from Classroom-Based Research. Dordrecht: *Springer*.
- Gallego-Badillo, R. (1993). Discurso sobre el constructivismo.
- Gelbart, W. M. G., Lewontin, A. J., Miller, R. C., Suzuki, J. H., y David, T. (1995). Introducción al análisis genético. McGraw-Hill Interamericana.
- Gómez, P. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gaceta de Antropología*, 28(1), 1-13.
- Habermas, J., y García Cotarelo, R. (1994). Conciencia moral y acción comunicativa (No. 082). Planeta-De Agostini,
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2014• Hernández, R. Metodología de la Investigación. 6a Edición, Mc Graw Hill, México.
- Íñiguez-Porras, F. J., y Puigcerver-Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria.
- Jorge, S., y Sanmarti-Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente un reto de las clases de ciencias. Departamento de Didáctica de la Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. UAB.
- Kolstø, S. D., y Ratcliffe, M. (2007). Social aspects of argumentation. *Argumentation in science education*, 117-136.
- Maldonado, H., y Girón, D. (2009). Didáctica General. San José, Costa Rica: Ediciones CECC/SICA. Recuperado de <http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/>

37411265/volumen9.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1479849571&Signature=gD1ve3ENN2wZTyYZVEdWjihVyH0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCOORDINACION\_EDUCATIVA\_Y\_CULTURAL\_CENTRO.pdf

- Maturano, C. I., Soliveres, M. A., & Macías, A. (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 415-426.
- Meinardi, E., y Editora, L. B. (2011). Propuestas didácticas para enseñar Ciencias Naturales.
- Mejía, L. S., Abril, J. G., y Martínez, Á. G. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 9(1), 11-28.
- Molina, M. E. (2012). Argumentar en clases de ciencias naturales: Una revisión bibliográfica. In III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 26, 27 y 28 de septiembre de 2012 La Plata, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.
- Molina, M. E., y Padilla, C. (2013). Argumentar en dos disciplinas universitarias: una aproximación toulminiana a la argumentación académica en Letras y Biología. *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 23(1), 62-79.

- Moreira, M. A. (1993). Unidades didácticas e investigación en el aula: un modelo para el trabajo colaborativo entre profesores. Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa; Consejería de Educación, Cultura y Deportes; Librería Nogal Ediciones.
- Nérci, I. G., Rocardo, N., y Eguibar, M. C. (1969). Hacia una didáctica general dinámica.
- Perelman, C., y Olbrechts-Tyteca, L. (1994). Tratado de la argumentación, trad. de Julia Sevilla Muñoz. Madrid, Gredos.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciencia y Educación*, 21(2), 307-327.
- Pinzón Torres, G., y Sarmiento Bernal, R. (2014). Un aporte para la enseñanza de la transmisión de rasgos hereditarios desde una perspectiva histórica que favorece la argumentación.
- Plantin, C. (1990). Essais sur l'argumentation.
- Plantin, C. (2012). Argumentar y manipular para probar. *Lenguaje y educación: perspectivas metodológicas y teóricas para su estudio*, 105-129.
- Plantin, C. (2014). Lengua, argumentación y aprendizajes escolares. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, (36), 95-114.
- Revel Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., y Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).

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

Rodríguez Tobón, G. L. (2014) El modelamiento como estrategia didáctica para la enseñanza de la genética clásica (no molecular) en alumnos de secundaria (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, P. B. (2014). Metodología de la investigación. Edición McGraw-Hill.

Recuperado de

[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38758233/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006\\_ocr.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1484683886&Signature=bn8HqoBfGpqiBoX7dpgR78rmsA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSampieri-et-al-metodologia-de-la-investi.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38758233/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1484683886&Signature=bn8HqoBfGpqiBoX7dpgR78rmsA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSampieri-et-al-metodologia-de-la-investi.pdf)

Sanmartí-Puig, N., y Sardà J, A. (2000). Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), 405, 422.

Sánchez, J. (2016). Proyecto educativo institucional-PEI. I.E. El Limonar. Medellín.

Recuperado de

<https://www.master2000.net/recursos/fotos/359/SIEE%202016.pdf>.

Stake, R. E. (1998). Investigación con estudio de casos. Ediciones Morata.

- Tamayo-Alzate, O. E. y García, L. I., (2011, November). Unidad didáctica sobre el concepto de número en preescolar (CO). In XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.
- Tamayo Alzate, Ó. E., Vasco Uribe, C. E., Suárez De la Torre, M. M., Quiceno Valencia, C. H., García Castro, L. I., y Giraldo Osorio, A. M. (2013). La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación.
- Toulmin, S. E., Morrás, M., & Pineda, V. (2007). Los usos de la argumentación. *Península*.
- Virgili, R. O., Ballesta, F., Oriola, J., y Clària, J. (2008). Genética médica. *Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona*.
- Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Blair, J. A., y Willard, C. A. (1994). *Argumentation illuminated*.
- Zambrano-Valencia J., Orozco-Cardona A. y Caro-Lopera M. (2016) Estrategias para la enseñanza de la producción de textos argumentativos en el área de ciencias biológicas. *Colomb.Appl.Linguist.J.* 18(1), pp 43-55

## Anexos.

### Anexo 1. Cuestionario semi estructurado

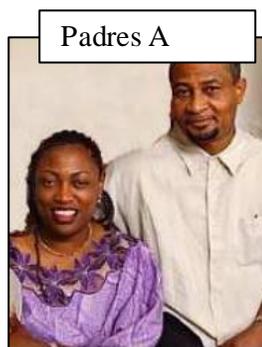
#### CUESTIONARIO SEMI ESTRUCTURADO

#### TEST A<sup>1</sup>

Nombre: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Marca con una X en el recuadro que corresponde al título de Padres A o Padres B, la pareja que crees que son los padres del niño:



Escribe 4 razones justificando tú elección



1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

2. A continuación, se presenta un problema el cual requiere una solución:

Maicol tiene ojos café oscuros, y se casa con Luisa que también tiene ojos color café oscuros. Esta pareja tiene 4 hijos: Andrés (10 años), Miguel (8 años), Sofía (4 años) y Lorena (recién nacida). Andrés, Miguel y Sofía tienen ojos color café oscuros, contrario lo que sucede con Lorena, la cual tiene ojos color azul claros. Debido al color de ojos de

<sup>1</sup> Tomado y adaptado de Rodríguez Tobón, G. L. (2014) El modelamiento como estrategia didáctica para la enseñanza de la genética clásica (no molecular) en alumnos de secundaria (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Lorena, Maicol piensa que Lorena no es su hija biológica, y por lo tanto le pide el divorcio a Luisa, argumentando que ella le ha sido infiel. Luisa es hija de José que tiene ojos color azul claros y de Carmen que tiene ojos color café oscuros, y todos los cinco hermanos varones de Luisa tienen los ojos color café oscuros. Por otro lado, todos los miembros de la familia de Maicol tienen ojos color café oscuros. Luisa te pide ayuda para explicarle a Maicol que sus argumentos para pedirle el divorcio no tienen fundamento científico.

Plantea una solución efectiva a este problema siguiendo para ello las indicaciones que a continuación se presenta.

3. Lea de forma cuidadosa como mínimo 5 veces el planteamiento del problema.
4. Re-escriba el planteamiento del problema con sus propias palabras.
5. Definir cuál es el objetivo del problema, preguntándose: ¿Qué es lo que el problema pide que resuelva?
6. Elabore una lista de los datos que se presentan en el problema planteado:

Datos:	Nombre	Apariencias:
Persona		
1:	_____	características: _____
Persona		
2:	_____	características: _____
Persona		
3:	_____	características: _____
Persona		
4:	_____	características: _____
Persona		
5:	_____	características: _____
Persona		
6:	_____	características: _____
Persona		
7:	_____	características: _____
Persona		
8:	_____	características: _____
Persona		
9:	_____	características: _____
Persona		
10:	_____	características: _____
Persona		
11:	_____	características: _____
Persona		
12:	_____	características: _____

7. Construya una representación gráfica tipo árbol genealógico, en donde se muestre toda la información del problema planteado. La representación gráfica debe ser lo más clara y concreta posible con relación a la información del problema planteado.

8. Elabore una corta descripción de cada uno de los elementos que aparecen en la representación gráfica del punto 7.

¿Los dibujos que representan?:

Dibujo tipo 1 \_\_\_\_\_

Dibujo tipo 2 \_\_\_\_\_

¿Cómo se representan las diferencias en la apariencia de los individuos del problema?:

¿Las líneas o flechas que representan?

9. ¿Cuáles relaciones que aparecen en la representación gráfica elaborada en el punto 7 considera importantes para resolver el problema planteado?

10. Elabore 5 hipótesis (posibles soluciones al problema), y evalúen cada una de ellas en relación a su capacidad para solucionar el problema planteado.

**1: Lorena tiene ojos azules**

porque \_\_\_\_\_ ( )

**2: Lorena tiene ojos azules**

porque \_\_\_\_\_ ( )

**3: Lorena tiene ojos azules**

porque \_\_\_\_\_ ( )

**4: Lorena tiene ojos azules**

porque \_\_\_\_\_ ( )

**5: Lorena tiene ojos azules**

porque \_\_\_\_\_ ( )

**Nota: Evalúa cada una de estas hipótesis según la siguiente escala:**

- 1 Punto: La hipótesis es una explicación muy regular y poco probable.**
- De 2 a 3 puntos: La hipótesis es una buena explicación y probable.**
- De 4 a 5 puntos: la hipótesis es una muy buena explicación y muy probable.**

En los paréntesis del cuadro anterior anota la valoración de cada hipótesis según la anterior escala. Dos hipótesis no pueden tener la misma valoración.

11. Elabore nuevamente la representación gráfica del punto 7, pero en esta ocasión involucre los elementos de la hipótesis más representativa del punto 10.



**12.** Describa las características de cada uno de los nuevos elementos adicionados en la representación gráfica del punto 11.

Elementos adicionados:

1. Nombre del elemento: \_\_\_\_\_

Propiedades:

- ¿Pueden ser fácilmente observados? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Dónde se encuentran en el organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen en igual cantidad? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Cuántos elementos posee cada organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántos provienen del padre y cuantos de la madre? \_\_\_\_\_

2. Nombre del elemento: \_\_\_\_\_

Propiedades:

- ¿Pueden ser fácilmente observados? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Dónde se encuentran en el organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen en igual cantidad? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Cuántos elementos posee cada organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántos provienen del padre y cuantos de la madre? \_\_\_\_\_

3. Nombre del elemento: \_\_\_\_\_ Propiedades:

- ¿Pueden ser fácilmente observados? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Dónde se encuentran en el organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Todos los organismos los poseen en igual cantidad? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- ¿Cuántos elementos posee cada organismo? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántos provienen del padre y cuantos de la madre? \_\_\_\_\_

**13.** Redacte empleando sus propias palabras la solución planteada en el cuadro anterior.

¿Lorena posee ojos azules por qué?

---

**TEST B<sup>2</sup>**

1. Marca con una X, los organismos del cuadro que creas que tienen células.

	Todos	Algunos	Ninguno	No lo sé
Plantas				
Animales				
Champiñón				

2. Marca con una X, los organismos del cuadro que creas que tienen cromosomas.

	Todos	Algunos	Ninguno	No lo sé
Plantas				
Animales				
Champiñón				

3. ¿Qué entiendes por información hereditaria?

---



---



---

4. Marca con una (X) ¿qué células contienen información hereditaria?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro
- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

5. ¿Qué función tienen los cromosomas?

---



---



---

6. Marca con una (X) ¿en qué células hacen su función los cromosomas?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro
- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

7. Marca con una (X) ¿qué células tienen cromosomas?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro

---

<sup>2</sup> Tomado y adaptado de Íñiguez Porras, F. J., & Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria.

- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

8. Marca con una (X) ¿qué células tienen cromosomas sexuales?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro
- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

9. ¿Dónde se encuentran los cromosomas? Haz un dibujo o esquema que lo muestre.



10. ¿Qué son los genes?

---

---

11. Marca con una (X) ¿qué células contienen genes?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro
- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

12. ¿Dónde se encuentran los genes? Realiza un esquema o dibujo que lo muestre.



**Anexo 2.** Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel.

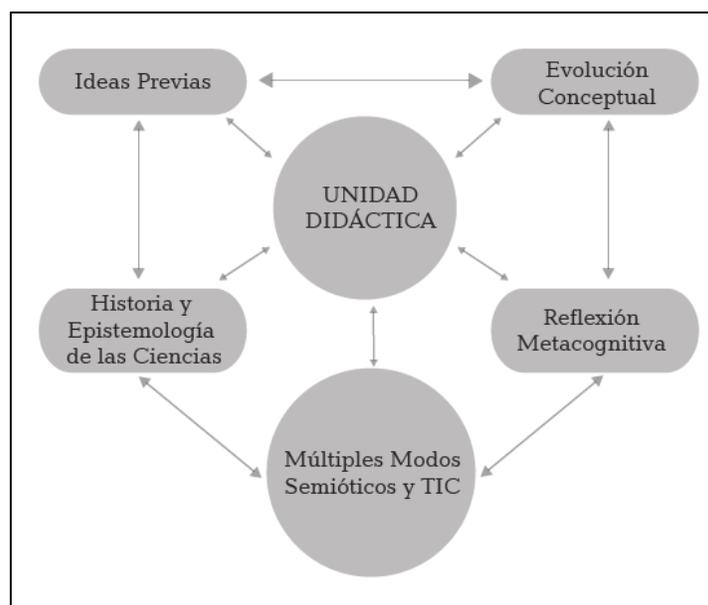
### **UNIDAD DIDÁCTICA<sup>3</sup>: de padres a hijos**

**Objetivo:** Fortalecer los modelos argumentativos en los estudiantes de básica secundaria sobre el concepto de Leyes de Mendel.

**Grados:** 9<sup>o1</sup> y 9<sup>o2</sup>

**Tiempo:** 6 sesiones de 110 minutos cada una.

**Modelo para la elaboración de Unidades Didácticas<sup>4</sup>**



Cada uno de los componentes de la UD son definidos de acuerdo a Tamayo, O.D.Á., 2013, en su artículo titulado “Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático\*”.

<sup>3</sup> La Unidad Didáctica (UD) se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza-aprendizaje, articulado y completo (MEC, 1989, citado por Gallego y Salvador, 2010, p. 303, citado por Tamayo, O.D.Á., 2013).

<sup>4</sup> Modelo tomado del texto la clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación (Tamayo, Vasco, Suarez de la Torre, Quiceno, Castro y Giraldo, 2011, p. 106).

**Ideas previas:** Para este autor, las ideas previas son los conceptos iniciales que traen los estudiantes provenientes de diversas fuentes como la televisión, la convivencia con otras personas, radio, internet, la experiencia, entre otras. Son construcciones personales.

**Historia y epistemología de las ciencias:** “la historia de la ciencia estudia los diferentes cambios y evolución del pensamiento científico en una trayectoria espacio-temporalmente dinámica de las teorías científicas. (...) la epistemología se entiende como el estudio del conocimiento científico frente al estudio el conocimiento común” (Tamayo et al 2011, citado por Tamayo, O.D.Á., 2013 ). Es importante porque ubica la temática que se va a desarrollar en un periodo de tiempo específico, así como la evolución que ha sufrido el concepto a través de la historia.

**Múltiples modelos semióticos y TIC<sup>5</sup>:** De acuerdo con Tamayo (2006) citado por Tamayo, O.D.Á., 2013, la representación semiótica es relativa a un sistema particular de signos, plantea que hay representaciones internas o mentales como creencias, nociones, fantasías, conceptos, modelos mentales, entre otras; y externas que son las que producen las personas o un sistema, y pueden ser pictóricas como dibujos, mapas, diagramas; y lingüísticas como notaciones simbólicas, empleo de palabras, descripciones.

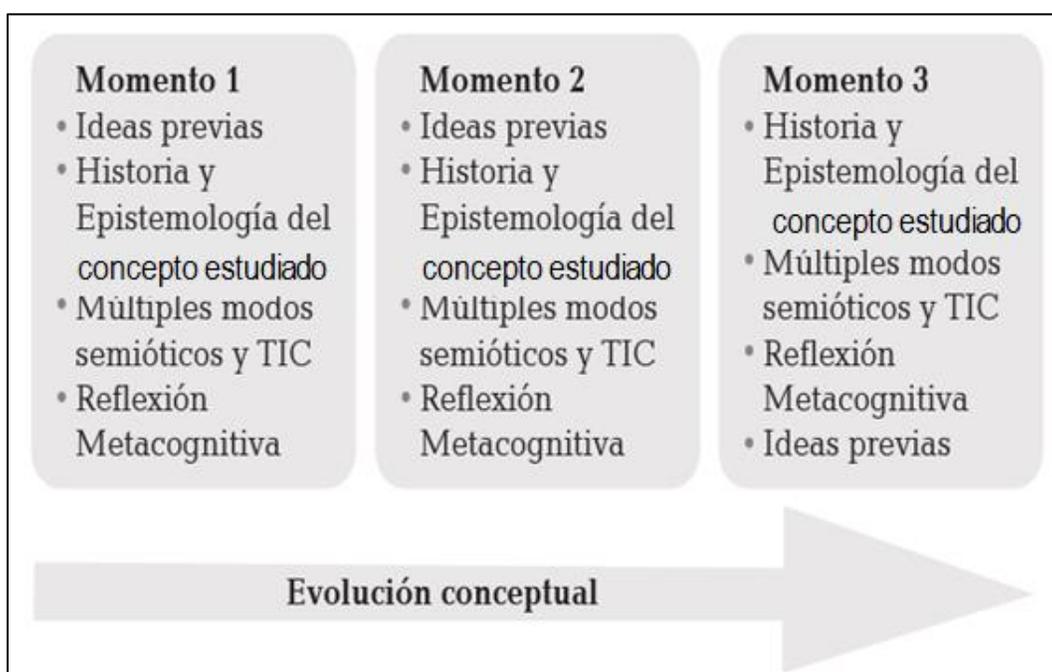
**Metacognición:** La metacognición se define como el dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos (Flavell, 1976, citado Tamayo, O.D.Á., 2013). Es una reflexión que realiza el estudiante sobre su proceso de aprendizaje.

---

<sup>5</sup> TIC (Tecnologías de la información y la comunicación)

**Evolución conceptual:** Es el cambio de esos modelos mentales que tienen los estudiantes para acercarse al modelo conceptual. Para la UD el siguiente modelo muestra tres momentos que se desarrollan para lograr una evolución conceptual en los estudiantes.

### Modelo estructural de la evolución conceptual de la Unidad Didáctica<sup>6</sup>



<sup>6</sup> El esquema para determinar la posible evolución conceptual se centra en la exploración de ideas previas en los tres momentos de la UD, en el momento 1 y 2 las ideas previas son la primera actividad, para el momento 3 la exploración de ideas previas se hace al final, permitiendo hacer comparaciones entre cada una de estas y así determinar procesos evolutivos (Tamayo, O.D.Á., 2013).

## ACTIVIDADES

MOMENTO 1																																																																																																										
Etapa	Tiempo																																																																																																									
Ideas previas	30 minutos Sesión 1	<p>Actividad #1</p> <p>Lee detenidamente las siguientes preguntas y marca con una (x) la opción que consideres correcta.</p> <p>¿Conoces los siguientes tipos de organismos?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Organismo</th> <th>Si</th> <th>No</th> <th>No lo conozco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Arbol</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mariposa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Repollo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bacteria</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hongo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cucaracha</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Virus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Insecto</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>¿Cuáles de los siguientes organismos tienen reproducción sexual?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Organismo</th> <th>Si</th> <th>No</th> <th>No lo conozco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Flor</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Humanos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Repollo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bacterias</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hongos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mamíferos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Virus</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Insectos</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>¿Conoce los siguientes términos?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Término</th> <th>Si lo he escuchado y conozco el significado</th> <th>Si lo he escuchado y NO conozco el significado</th> <th>No lo he escuchado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ADN</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Genética</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mitosis</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Meiosis</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Célula</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Alelo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Gameto</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Ordena los siguientes términos de menor a mayor tamaño. CÉLULA, GEN, ADN, NÚCLEO, ORGANISMO, CROMOSOMA</p>	Organismo	Si	No	No lo conozco	Arbol				Mariposa				Repollo				Bacteria				Hongo				Cucaracha				Virus				Insecto				Organismo	Si	No	No lo conozco	Flor				Humanos				Repollo				Bacterias				Hongos				Mamíferos				Virus				Insectos				Término	Si lo he escuchado y conozco el significado	Si lo he escuchado y NO conozco el significado	No lo he escuchado	ADN				Genética				Mitosis				Meiosis				Célula				Alelo				Gameto			
Organismo	Si	No	No lo conozco																																																																																																							
Arbol																																																																																																										
Mariposa																																																																																																										
Repollo																																																																																																										
Bacteria																																																																																																										
Hongo																																																																																																										
Cucaracha																																																																																																										
Virus																																																																																																										
Insecto																																																																																																										
Organismo	Si	No	No lo conozco																																																																																																							
Flor																																																																																																										
Humanos																																																																																																										
Repollo																																																																																																										
Bacterias																																																																																																										
Hongos																																																																																																										
Mamíferos																																																																																																										
Virus																																																																																																										
Insectos																																																																																																										
Término	Si lo he escuchado y conozco el significado	Si lo he escuchado y NO conozco el significado	No lo he escuchado																																																																																																							
ADN																																																																																																										
Genética																																																																																																										
Mitosis																																																																																																										
Meiosis																																																																																																										
Célula																																																																																																										
Alelo																																																																																																										
Gameto																																																																																																										

		<p>Dibuja una célula con sus organelos.</p> <p>¿Para realizar una prueba de paternidad que muestra se puede utilizar? ¿En dónde se hace? ¿quién la solicita y para qué lo hace?</p> <p>¿Qué entiendes por CLONACIÓN?</p> <p>¿Estás a favor o en contra de la clonación? Escribe 3 razones o argumentos sobre tú postura.</p> <p>Al finalizar la actividad se realiza una retroalimentación con los estudiantes.</p>
<p>Historia y Epistemología del concepto de las Leyes de Mendel</p>	<p>90 minutos Sesión 1</p>	<p>Actividad #2</p> <p>Actividad A</p> <p>Examina las hipótesis que se manejaban sobre la herencia antes del siglo XVII, lee el texto y realiza la comparación entre las diferentes concepciones.</p> <p>La herencia antes de Mendel</p> <p>Los efectos de la herencia habían sido evidentes desde tiempos inmemoriales, el hombre se había percatado de ello partiendo de la observación de sus animales (figura 2) y cultivos, elegir la cría de aquellos individuos que más le gustaba, o que dieron los mejores rendimientos. Pudo notar que las características de los padres tendían a ser transmitidas a sus descendientes, y que su propia especie no fue la excepción. Pero seguía siendo un misterio por qué una cría era como su madre y otra al igual que su padre.</p> <div data-bbox="652 1255 1286 1690" data-label="Image"> </div> <p>Figura 2. Tipos de propagación vegetativa en plantas</p> <p>Estas observaciones dieron lugar a la noción de herencia “mezcla” suscrita por los antiguos filósofos e historiadores naturales, por ejemplo:</p>

Hipócrates (460-377 a.c), propuso la siguiente teoría:

Las partículas diminutas de cada parte del cuerpo que se introducen a través de la sustancia seminal de los padres, por su fusión da lugar a un nuevo individuo que presenta los rasgos de ambos.

Aristóteles (384-322 a.c), supuso que cada parte del nuevo organismo fue contenida dentro del semen, que se formó por nutrientes sanguíneos y así adquirió la potencia activa para dar forma a un nuevo embrión. De la misma forma la sangre menstrual de una mujer pasivamente contenía todos y cada parte de su cuerpo, que se forma en un nuevo organismo por la acción del principio de movimiento de los espermatozoides

Galeno (131-201 d.c), centró su atención en los problemas de los cultivos de plantas y cría de animales de granja. En este sentido se describen las razas locales de animales y variedades de plantas cultivadas, e incluso algunos aspectos de la práctica de cultivo.

En los primeros siglos de la era cristiana San Agustín (345-430 d.c), trató de llevar la enseñanza de Aristóteles en línea con la teología cristiana, la aceptación de las leyes divinas plasmadas en el antiguo testamento como una revelación de que el mundo fue creado.

En la siguiente tabla realiza una comparación entre las cuatro concepciones que se tenían en la antigüedad sobre la herencia.


Tomado de:

[http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G\\_8/S/SM/SM\\_S\\_G08\\_U04\\_L03.pdf](http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf)

Actividad B

En equipos de 4 integrantes, deben realizar lectura de los siguientes documentos: Historia de la genética latinoamericana en el siglo XX y Valoración de trabajos clásicos en la historia de la genética de Cruz-Coke.

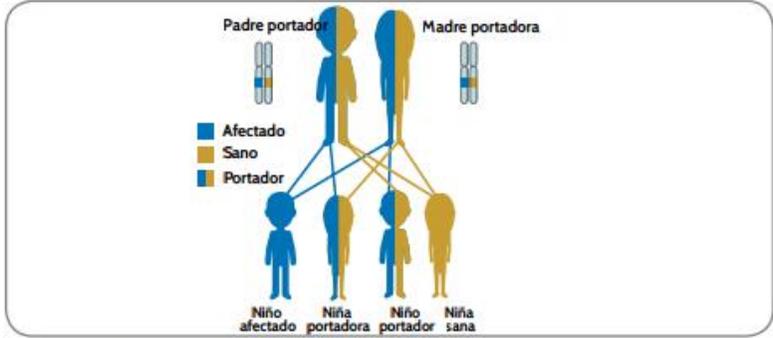
Consulte el significado de las palabras desconocidas en el diccionario.

Posteriormente, hacer un listado de eventos, fechas y personajes que se encuentran en los documentos relacionados con la historia de la genética.

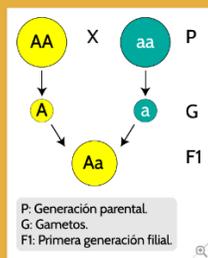
Evento	Fecha	Personaje
--------	-------	-----------

		<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Links:</p> <p><a href="http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98871999001200016&amp;script=sci_arttext">http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98871999001200016&amp;script=sci_arttext</a></p> <p><a href="http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003000200014&amp;script=sci_arttext&amp;tlng=en">http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872003000200014&amp;script=sci_arttext&amp;tlng=en</a></p> <p>Se realiza un glosario común con palabras desconocidas entre todos los estudiantes.</p>																								
Múltiples modos semiótico y TIC	60 minutos Sesión 2	<p>Actividad #3</p> <p>Observar los siguientes videos</p> <p>Video: Historia de la genética, <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UHD2SE84Fpw">https://www.youtube.com/watch?v=UHD2SE84Fpw</a> Tiempo: 10:47 minutos</p> <p>Video: Historia de Mendel: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-IVFXtuSLKo">https://www.youtube.com/watch?v=-IVFXtuSLKo</a> Tiempo: 12:08 minutos</p> <p>Responder después de observar los dos videos: ¿Qué tienen en común los dos videos? (dos características). Escribe 4 ideas centrales encontradas en los videos. En tu opinión, ¿qué importancia tiene conocer la historia de una teoría, ley o concepto? ¿Cómo te imaginas el mundo si Hugo de Vries no hubiera tenido en cuenta las investigaciones de Gregor Mendel? Realiza un esquema o dibujo acerca de un científico en esa época y un científico actualmente.</p> <p>Se finaliza con una puesta en común de las preguntas.</p>																								
Reflexión Metacognitiva	50 minutos Sesión 2	<p>Actividad #4</p> <p>Realiza una línea del tiempo de la genética en una hoja, recurriendo a la creatividad, utiliza colores y diferentes formas gráficas para ubicar fechas, personajes y aspectos más importantes desde los babilonios, Hipócrates, Aristóteles, Galeno, San Agustín, Gregor Mendel, hasta llegar al código genético y el genoma humano.</p> <p>Se finaliza con una exposición por equipo de trabajo de cada construcción.</p>																								

MOMENTO 2		
Etapa	Tiempo	
Ideas previas	30 minutos Sesión 3	<p>Actividad #1</p> <p>Actividad A: Leer el siguiente texto y responder las preguntas a continuación.</p> <p><i>Lionel Messi y la hormona de crecimiento</i></p> <p><i>Muchos conocen la historia de Lionel Messi, quien a los 13 años presentaba una estatura inferior para su edad. Esto ocurría porque su cuerpo no puede fabricar la hormona de crecimiento humano por defectos en el gen que codifica esa hormona. Lionel emigró a España donde fue tratado con la hormona y pudo mejorar su crecimiento.</i></p> <p><i>Muchos niños y adolescentes afectados por problemas de crecimiento no tienen la suerte de un diagnóstico a tiempo ni la posibilidad de poder comprar o conseguir la hormona por su elevado costo. Sin embargo, esto podría cambiar a raíz de que hace algunos años atrás un laboratorio argentino pudo, mediante técnicas de recombinación genética, obtener vacas en cuya leche está presente la hormona del crecimiento.</i></p> <p><i>La primera vaca que se logró obtener con esta característica se llamó Pampa Mansa, la cual tiene incluido en su material genético el gen de la hormona de crecimiento humano, lo cual le permite producir en su leche dicha hormona. De esta forma, se logró proveer al mercado una cantidad suficiente de esta hormona, siendo ahora más accesible por aquellos grupos sociales de bajos recursos.</i></p> <p><i>Tomado de: Meinardi, E., &amp; Editora, L. B. Propuestas Didácticas para enseñar Ciencias Naturales (2011).</i></p> <p>Preguntas</p> <p>Reescribe el texto leído con tus palabras.</p> <p>De acuerdo con el texto, ¿a qué se debe el problema de Messi?</p> <p>En caso de que Messi decidiera tener hijos ¿cómo crees que serían?</p> <p>¿Por qué Pampa Mansa es considerada una solución para los problemas de crecimiento?</p> <p>¿En cuanto a Pampa Mansa, todos sus descendientes tendrían la hormona de crecimiento en la leche? ¿por qué?</p> <p>Actividad B</p>

		<p>Responde las siguientes preguntas:</p> <p>El Albinismo se refiere a un conjunto de condiciones heredadas, que se identifican plenamente en el individuo por la falta o escasez de coloración en pelo, piel y ojos, haciendo que presenten piel y pelo blanco y ojos de muy diferentes tonalidades, desde grises, azul claros, violetas o rojizos.</p> <p>La razón de esto es que las personas con albinismo han heredado un gen con un defecto en la producción de un pigmento llamado melanina</p>  <p>Figura 1. Árbol genealógico expresión del Albinismo</p> <p>Partiendo de la información anterior, será que ¿el albinismo se puede ocultar? ¿Cómo crees que se heredan los caracteres de una generación a otra?</p> <p>Tomado de <a href="http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf">http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf</a></p>
Historia y Epistemología del concepto de las Leyes de Mendel	90 minutos Sesión 3	<p>Actividad #2</p> <p>Leyes de Mendel</p> <p>Introducción</p> <p>Video 2: Fenotipo y genotipo, cruces <a href="http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_04.html">http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_04.html</a></p> <p>Tiempo: 8:38 minutos</p> <p>Explicación de la primera ley de Mendel:</p>

## Mendel Primera Ley Segunda Ley Tercera Ley

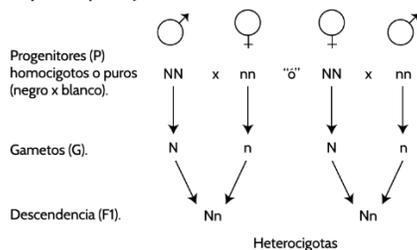


La ley de la uniformidad: los híbridos de la primera generación F1, se expresa así: cuando se cruzan dos variedades individuos de raza pura, ambos homocigotos, para un determinado carácter, todos los híbridos de la primera generación son iguales (heterocigotos).

Ejemplo

## Ejemplo

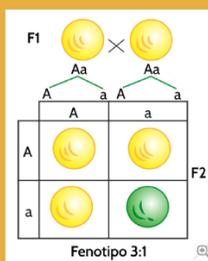
Consideremos un cruce entre dos ratones de razas puras NN (pelaje Negro) y nn (pelaje Blanco).



- El 100% del cruce son de pelaje negro en términos de fenotipo.
- Y a nivel de genotipo son todos heterocigotos.

Explicación de la segunda ley de Mendel:

## Mendel Primera Ley Segunda Ley Tercera Ley

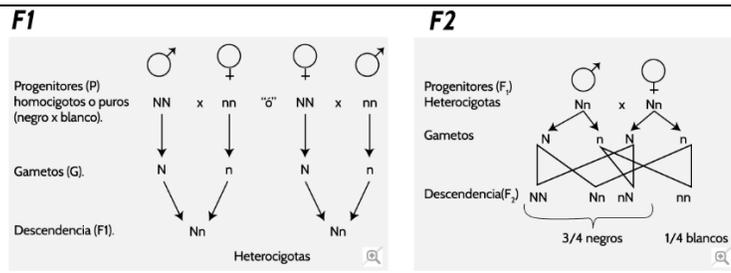


Se denomina también como segregación de los alelos, Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación (F1) del experimento anterior y las polinizó entre sí.

Ejemplo

## Ejemplo

Si partimos del cruce de dos razas puras de ratones para la expresión fenotípica, obtenemos la F1, si apareamos entre la F1 para obtener la segunda generación filial o F2, veremos que el rasgo que se había "escondido" o desaparecido en la F1 reaparece en la F2.



Tercera ley de Mendel

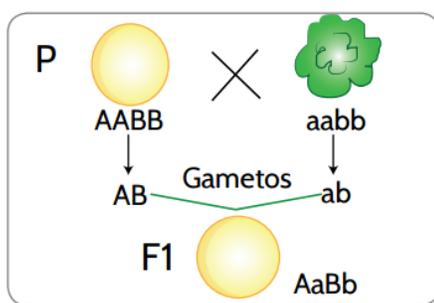


Figura 25. Cruce de dos rasgos en semillas de guisante

Tercera ley de Mendel, se denomina también como la herencia independiente de caracteres, y parte del cruce de dos rasgos diferentes, pero teniendo como referencia que se transmiten siguiendo las leyes anteriores, teniendo en cuenta la presencia del otro carácter.

El experimento desarrollado por Mendel consistió en: cruzar plantas de guisantes de semilla amarilla y lisa con plantas de semilla verde y rugosa (homocigóticas ambas para los dos caracteres) (Figura 25).

Las semillas obtenidas en este cruzamiento eran todas amarillas y lisas, (figura 26) cumpliéndose así la primera ley para cada uno de los caracteres considerados y revelándonos también que los alelos dominantes para esos caracteres son los que determinan el color amarillo y la forma lisa. Las plantas obtenidas y que constituyen la F1 son dihíbridas (AaBb).

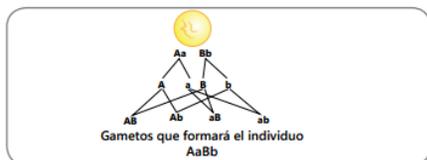


Figura 26. Generación F1, dihíbridas

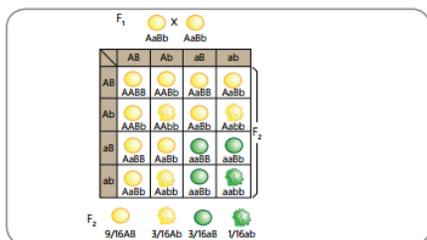


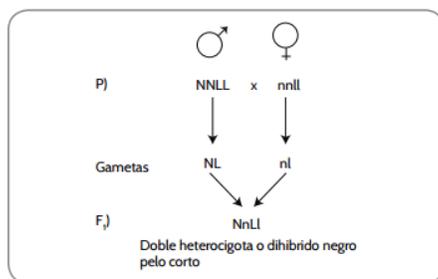
Figura 27. Cruce de generación F1 se obtiene la filial F2

Estas plantas de la F1 se cruzan entre sí, (figura 27) teniendo en cuenta los gametos que formarán cada una de las plantas.

Se puede apreciar que los alelos de los distintos genes se transmiten con independencia unos de otros, ya que en la segunda generación filial F2 aparecen guisantes amarillos y rugosos y otros que son verdes y lisos, combinaciones que no se habían dado ni en la generación parental (P), ni en la filial primera (F1), obteniendo unas proporciones para cada característica.

Así mismo, los resultados obtenidos para cada uno de los caracteres considerados por separado, responden a la segunda ley.

Ejemplo



⊙ Ejemplo tercera ley de Mendel

El color de pelaje en los ratones está controlado por un gen con dos alelos, el alelo (N) es responsable del color negro y el alelo (n) del color blanco. Cuando se tiene en cuenta una segunda característica como es el pelo, que está regido por dos alelos pelo corto (L) y (l) pelo largo. Si realizamos un cruce para obtener la primera generación partiendo de la raza pura obtenemos individuos dihíbridos negros con pelo corto **NnLl** (figura 28).

Figura 28. Cruce dihíbridos

Si realizamos el cruce entre individuos de la generación F1 **NnLl**, obtendremos los fenotipos que se expresan en la figura 29.

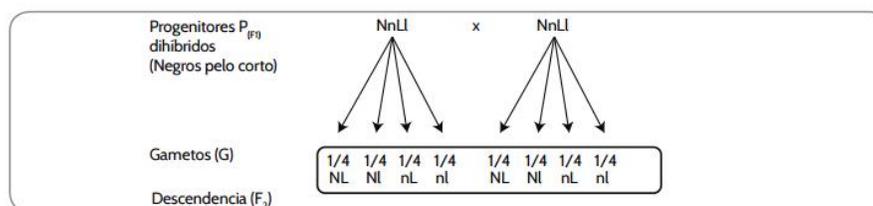


Figura 29. Cruce segunda generación para dos características: color y longitud del pelaje

Si ubicamos los descendientes de F2 en el tablero de Punnet: Permite describir los apareamientos y sus proporciones (Figura 30).

	$\frac{1}{4} \text{NL}$	$\frac{1}{4} \text{nL}$	$\frac{1}{4} \text{nL}$	$\frac{1}{4} \text{nl}$
$\frac{1}{4} \text{NL}$	$\frac{1}{16} \text{NNLL}$	$\frac{1}{16} \text{NNLl}$	$\frac{1}{16} \text{NnLL}$	$\frac{1}{16} \text{NnLl}$
$\frac{1}{4} \text{nL}$	$\frac{1}{16} \text{NNLl}$	$\frac{1}{16} \text{NNll}$	$\frac{1}{16} \text{NnLl}$	$\frac{1}{16} \text{Nnll}$
$\frac{1}{4} \text{nL}$	$\frac{1}{16} \text{NnLL}$	$\frac{1}{16} \text{NnLl}$	$\frac{1}{16} \text{nnLL}$	$\frac{1}{16} \text{nnLl}$
$\frac{1}{4} \text{nl}$	$\frac{1}{16} \text{NnLl}$	$\frac{1}{16} \text{Nnll}$	$\frac{1}{16} \text{nnLl}$	$\frac{1}{16} \text{nnll}$

Figura 30. Tablero de Punnet con dos características color y longitud del pelaje

Las proporciones genotípicas y fenotípicas quedarían expresadas como se observa en la figura 31.

Proporción genotípica F <sub>2</sub>	Proporción fenotípica F <sub>2</sub>
$\frac{1}{16} \text{NNLL}$	} $\frac{9}{16}$ negros pelo corto
$\frac{2}{16} \text{NNLl}$	
$\frac{2}{16} \text{NnLL}$	
$\frac{4}{16} \text{NnLl}$	
$\frac{2}{16} \text{Nnll}$	} $\frac{3}{16}$ negros pelo largo
$\frac{1}{16} \text{NNll}$	
$\frac{2}{16} \text{nnLl}$	} $\frac{3}{16}$ blancos pelo corto
$\frac{1}{16} \text{nnLL}$	
$\frac{1}{16} \text{nnll}$	} $\frac{1}{16}$ blancos pelo largo

Figura 31. Proporciones genotípicas y fenotípicas.

Excepciones

Después de los estudios realizados por Mendel basados en las plantas de guisantes, se estableció que estas leyes presentan algunas excepciones a continuación se describen cuatro casos.

Dominancia incompleta

Codominancia

Alelos múltiples

Herencia ligada al sexo

[http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G\\_8/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S\\_G08\\_U04\\_L03\\_03\\_04.html](http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_04.html)

Ejercicio 1

Completa los gametos y los alelos de la generación F1.

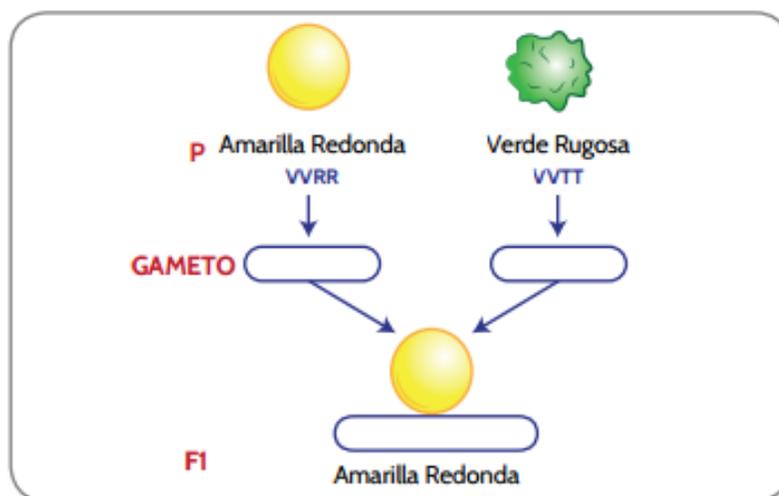


Figura 31. Proporciones genotípicas y fenotípicas.

¿Cuál es el alelo dominante y cual el recesivo?

Ejercicio 2

		<p>• Realiza el cruce de la generación F1 para obtener la generación F2 e ilustra el fenotipo que expresa cada semilla, para obtener las proporciones mendelianas entre semillas amarilla redonda y/o rugosa, además de la semilla verde rugosa y/o redonda.</p> <table border="1" data-bbox="493 386 1354 604"> <thead> <tr> <th>Cruce entre</th> <th>VR</th> <th>Vr</th> <th>vR</th> <th>vr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VvRr X VvRr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VR</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proporciones de Mendel</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>• Propón dos casos en donde por medio de la aplicación de las ley 1 y 2 de Mendel (cuadros de Punnet) se pueda realizar el análisis genotípico y fenotípico de una situación.</p> <p>Tomado de <a href="http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf">http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf</a></p> <p><b>Hipótesis de Mendel</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cada rasgo está determinado por pares de unidades, que se denominan genes, cada organismo tiene dos alelos para un gen dado.</li> <li>2. Puede un organismo presentar dos tipos de alelos, uno de ellos denominado dominante y que enmascara la expresión del alelo recesivo.</li> <li>3. Durante la meiosis los genes de los cromosomas homólogos se separan dando como resultado que cada gameto recibe un solo alelo de cada par. Cada descendiente recibe un alelo del padre y otro de la madre.</li> <li>4. El azar es el que determina que alelo se incluye en un gameto determinado.</li> <li>5. Los organismos homocigotos (raza pura) tienen dos ejemplares del mismo alelo, por consiguiente, sus descendientes tienen el mismo alelo de ese gen.</li> </ol>	Cruce entre	VR	Vr	vR	vr	VvRr X VvRr					VR					Proporciones de Mendel																			
Cruce entre	VR	Vr	vR	vr																																	
VvRr X VvRr																																					
VR																																					
Vr																																					
vR																																					
vr																																					
Proporciones de Mendel																																					
Múltiples modos semiótico y TIC	60 minutos Sesión 4	<p>Actividad #3</p> <p>Actividad A</p> <p>Video</p> <p><a href="http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_02.html">http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_02.html</a></p> <p>Tiempo 3:47 minutos</p> <p>Preguntas:</p>																																			

Primero parte: Mendel realizó una fecundación cruzada es decir, retiró los estambres (parte masculina de la flor que contiene el polen) y tomó el polen de otra flor con un pincel y lo introdujo en la flor en la cual había retirado los estambres. Obteniendo la primera generación filial o F1.

Pregunta

¿Qué características tiene la generación F1?

Mendel se preguntaba ¿por qué no se expresó en las flores el color blanco?, a partir de allí realizó otro procedimiento que consistió en dejar que una planta de la descendencia F1 se autopolinizara.

Pregunta

¿Qué sucedió con la generación F2?

Posteriormente Mendel permitió que las plantas de la generación F2 se autopolinizarán, observando que las plantas con flores blancas obtuvieron descendencia de flor blanca, es decir eran una raza pura.

Pregunta

Ilustra el experimento de Mendel y explica su importancia para el establecimiento de la herencia hoy en día.

#### Actividad B

Realizar la actividad interactiva sobre gen, alelo y cromosoma, primero leyendo la información de cada concepto en :

[http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G\\_8/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S](http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S)

[/S\\_G08\\_U04\\_L03/S\\_G08\\_U04\\_L03\\_03\\_03.html](#)

Después de leer los conceptos resolver las preguntas:

Lee con atención la información y selecciona si corresponde a cromosoma, gen o alelo.

<p>Son estructuras que se encuentran en el centro (núcleo) de las células que transportan fragmentos largos de ADN.</p> <p>Elige una opción -</p>	<p>Segmentos cortos de ADN localizados en el cromosoma.</p> <p>Elige una opción -</p>	<p>Cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen.</p> <p>Elige una opción -</p>
---	---	--

[http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G\\_8/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S\\_G08\\_U04\\_L03\\_03\\_03.html](http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_03.html)

y

Lee con atención la información y selecciona si corresponde a cromosoma, gen o alelo.

<p>Uno procede de cada progenitor: de la madre y otro del padre.</p> <p>Elige una opción -</p>	<p>Unidad mínima de información genética.</p> <p>Elige una opción -</p>	<p>Un cromosoma es un paquete ordenado de ADN. Los humanos tenemos 23 pares de cromosomas - 22 pares autosómicos y un par de cromosomas sexuales.</p> <p>Elige una opción -</p>
--	---	---

[http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G\\_8/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S/S\\_G08\\_U04\\_L03/S\\_G08\\_U04\\_L03\\_03\\_03.html](http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/S_G08_U04_L03/S/S_G08_U04_L03/S_G08_U04_L03_03_03.html)

Realizar ejercicios de las leyes de Mendel con cuadro de Punnet.

Se cruzan plantas homocigóticas de flores azules con plantas de flores blancas homocigóticas. Sucede que todos los descendientes presentan flores azules. Por eso se puede decir que ...

Se cruza una planta de semillas amarilla y lisa dominante heterocigótica con una planta de semillas verde recesiva. Hallar el fenotipo y genotipo de sus descendientes.

En el hombre el color pardo de los ojos "A" domina sobre el color azul "a". Una pareja en la que el hombre tiene los ojos pardos y la mujer ojos azules tienen dos hijos, uno de ellos de ojos pardos y otro de ojos azules.

Averiguar:

- El genotipo del padre
- La probabilidad de que el tercer hijo sea de ojos azules.

Reflexión Metacognitiva	50 minutos Sesión 4	<p>Actividad #4</p> <p>Crear un mapa mental sobre las Leyes de Mendel, teniendo en cuenta los términos: gen, alelo, cromosoma, dominante, recesivo, homocigótico, heterocigótico.</p> <p>Posteriormente, en equipos de 4 integrantes analizan los mapas mentales construidos haciendo un listado de semejanzas y diferencias entre los integrantes. Finalmente un estudiante de cada equipo de trabajo expone al resto del salón las conclusiones de su equipo.</p>
-------------------------	---------------------	---

MOMENTO 3		
Etapas	Tiempo	
Reflexión Metacognitiva	50 minutos Sesión 5	<p>Actividad #1</p> <p>Actividad A</p> <p>Lee el siguiente texto</p> <p>V. OLDHAM &amp; W. BROUWER            ((Mendelian Genetics: Paradigm, Conjecture or Research Program)).  <i>Journal of Research in Science Teaching</i>. 1984 (extractos).</p> <p>A mediados del siglo XIX había gran número de teorías contradictorias que intentaban explicar la herencia. Algunas se referían a la naturaleza de las diferencias entre especies y a los efectos de la hibridación en las plantas cultivadas; otras, a la morfología y desarrollo de los animales; y otras intentaban formular teorías generales de la herencia. (...) Desde 1650 los investigadores europeos se interesaban en cómo se reproducen las plantas y cómo se transmiten los caracteres de una generación a la siguiente. Tras alguna oposición inicial a la idea de que las plantas se reproducen sexualmente, se llevaron a cabo muchas investigaciones. (...) No obstante no había acuerdo entre los biólogos sobre la dirección de la investigación, ni los métodos a utilizar. Aunque se conseguían híbridos y se realizaban observaciones, nadie fue capaz de desarrollar una teoría científica que pudiese explicar el fenómeno de la herencia. Se llegó a muchas conclusiones distintas y había gran desacuerdo.</p> <p>La mayoría de los hibridadores opinaban que los híbridos presentan un carácter intermedio entre los de los progenitores, pero cómo o por qué no se sabía. Algunos pensaban que los caracteres se «entremezclaban»), otros que eran definidos. Había</p>

grandes disensiones sobre la fuerza relativa de las características masculinas y femeninas. Knight concluyó de sus investigaciones que las femeninas eran más potentes y Von Gartner lo contrario. (...)

Al investigar la herencia, la mayoría consideraban la planta como un todo, más que concentrarse en una sola característica. (...) Muchos hibridores creían trabajar de algún modo contra natura y que, para revelar la variación, la ((estabilidad)) de los planetas debía quebrantarse. (...)

Puede verse que estos científicos se enfrentaban todos al mismo tipo de fenómenos, pero los describían e interpretaban de formas muy diferentes. No había consenso acerca de problemas o métodos, y la recogida de datos era más al azar que sistemática y científica. Ninguno intentó interpretaciones numéricas de sus resultados, ya que, más importante, nadie se dio cuenta de que podía haber leyes que explicaran los mecanismos de la herencia.

Al mismo tiempo se hacían intentos de proponer teorías generales de la herencia, como la de la Pangénesis de Darwin, la de la idioplasma de Naegeli o la de las unidades fisiológicas de Spencer, según la cual la modificación de un órgano causaba la modificación de las unidades. (...)

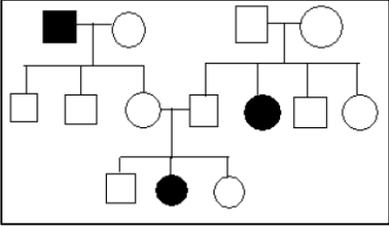
La mayoría de las teorías de esta época eran demasiado generales para ser comprobadas experimentalmente. Así que, personas enfrentadas con los mismos fenómenos extraían conclusiones distintas y proponían teorías diferentes. (. . .)

Gregor Mendel debió ser la primera persona que se dio cuenta de que debía haber una ley general, ampliamente aplicable, por la que se podía explicar la herencia. (...) El artículo sobre su investigación estaba basado en 7 años de meticulosa experimentación con el género *Pisum*. Se dio cuenta de la necesidad de comenzar con razas puras, de considerar cada carácter por separado y de distinguir cuidadosamente entre las distintas generaciones. Si se tenían en cuenta estos factores, si la planta poseía características opuestas y si se adoptaban precauciones para impedir la polinización natural, se podían encontrar relaciones numéricas constantes entre los híbridos. (...) Mendel fue capaz de formular los conceptos de dominancia, recesividad, segregación, homocigosis y heterocigosis; y dar una clara interpretación matemática de los fenómenos de la herencia. (...)

((Experimentos sobre híbridos vegetales)) fue leído en la Sociedad de Historia Natural de Brno y publicado en la revista de la Sociedad en 1866. La revista se recibía en unas 120 universidades y sociedades científicas, pero no atrajo mucha atención y su significado no fue reconocido hasta 1900. (...) El enfoque dado por Mendel a la herencia era nuevo, e implicaba interpretación estadística de datos, lo que nunca había sido intentado (...) Aceptar la investigación de Mendel requería también darse cuenta de que los fenómenos fundamentales de la herencia podían ser entendidos en base a la investigación de una sola especie.

Después de leer el texto, selecciona o resalta los términos desconocidos y reescribe

		<p>con tus palabras en qué consiste el artículo. Posteriormente responde:</p> <p>¿Por qué los demás hibridadores fracasaban?  ¿Qué cosas del texto no concuerdan con tú conocimiento actual sobre la genética?  ¿Qué hizo Mendel y por qué hizo la diferencia?  ¿Qué era lo que buscaba Mendel?</p> <p>Actividad B</p> <p>Debate: A partir del texto anterior y el texto reescrito con tus palabras, reúnete con tus compañeros para conformar equipos de 4 integrantes para responder y debatir con tus compañeros las siguientes preguntas,</p> <p>Pregunta:  ¿Buscaba Mendel relaciones numéricas entre la descendencia de híbridos?  ¿Mendel realizó sus investigaciones para demostrar una hipótesis que tenía o porque era un científico empirista?  ¿El objetivo de las investigaciones de Mendel era la herencia o la hibridación?  ¿Puede ser considerado Mendel el padre de la genética por esas investigaciones?  Justifica la respuesta</p> <p>Posteriormente el equipo de trabajo asume una postura respecto a las preguntas para debatir con todo el grupo</p>
Historia y Epistemología del concepto de las Leyes de Mendel	60 minutos Sesión 5	<p>Actividad # 2</p> <p>Consulta</p> <p>¿Qué es un árbol genealógico?  ¿Cuáles son sus convenciones o representaciones y qué significa cada una?  ¿Para qué se utilizan los árboles genealógicos?</p> <p>En la siguiente genealogía prediga el modo de herencia y los genotipos más probables de cada individuo. Asuma que los alelos A y a controlan la expresión del carácter.</p> <div data-bbox="639 1415 1154 1793" data-label="Diagram"> </div> <p>La siguiente genealogía es de la miopía humana. Prediga si esta anomalía se hereda como un carácter dominante o recesivo. Determino los genotipos más</p>

		<p>probables para cada individuo basándose en su predicción</p>  <p>Libro: Virgili, R. O., Ballesta, F., Oriola, J., &amp; Clària, J. (2008). Genética médica. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.  Link:  <a href="https://books.google.com.co/books?id=9sCJ80bEsRsC&amp;pg=PA79&amp;lpg=PA79&amp;dq=arbol+genealogico+genetica+simbolog%C3%ADa&amp;source=bl&amp;ots=qY2xPu4pJU&amp;sig=nttMwLAhK5s-PQJcIV-YPnoxawM&amp;hl=es-419&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKEwjdoLrgIM_VAhWG4iYKHSc6CSUQ6AEIXDAN#v=onepage&amp;q=arbol%20genealogico%20genetica%20simbolog%C3%ADa&amp;f=false">https://books.google.com.co/books?id=9sCJ80bEsRsC&amp;pg=PA79&amp;lpg=PA79&amp;dq=arbol+genealogico+genetica+simbolog%C3%ADa&amp;source=bl&amp;ots=qY2xPu4pJU&amp;sig=nttMwLAhK5s-PQJcIV-YPnoxawM&amp;hl=es-419&amp;sa=X&amp;ved=0ahUKEwjdoLrgIM_VAhWG4iYKHSc6CSUQ6AEIXDAN#v=onepage&amp;q=arbol%20genealogico%20genetica%20simbolog%C3%ADa&amp;f=false</a></p>
Múltiples modos semiótico y TIC	70 minutos Sesión 6	Presentación en Power Point sobre la genealogía y casos de enfermedades hereditarias.  Actividad #3 Resolver el enigma de Nimega  link: <a href="http://www.ehu.es/~ggppegaj/antropogenetica/Actividades/02-EnigmaNimega.htm">http://www.ehu.es/~ggppegaj/antropogenetica/Actividades/02-EnigmaNimega.htm</a>
Ideas previas	40 minutos Sesión 6	Actividad #4  Realiza un crucigrama y construye las pistas con una definición o característica de cada una de las siguientes palabras:  ADN Genética Mitosis Meiosis Célula Alelo Gameto Gen Homocigotico Heterocigotico  ¿El medio ambiente, es decir, mi familia, el barrio, la comunidad, el colegio, mis amigos; pueden realizar variaciones genéticas en mí? Justifica tú respuesta.

**Evaluación:** Se realiza valoración de cada una de las actividades de la UD, teniendo en cuenta la evaluación por procesos, si existe una evolución conceptual en los estudiantes tomando como punto de partida las ideas previas del momento 1 y como punto de llegada el momento la reflexión metacognitiva del momento 3.

Las actividades las realiza el estudiante para construir sus conceptos, en la sesión 4 del momento 2 al finalizar la reflexión metacognitiva se realiza una revisión de los conceptos que tienen los estudiantes sobre las leyes de Mendel con el fin de verificar si es necesaria la intervención del docente con clase magistral para el momento 3. Teniendo siempre presente el contexto en el que se encuentran los estudiantes.

**Anexo 3.** Consentimiento informado.**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Nombre del proyecto de investigación:** Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel para el fortalecimiento de la argumentación..

**Investigadora:** Luz Omaira Torres Ramírez

**Asesora de la investigación:** Anlly Montoya

**Objetivo de la investigación:** Conocer en qué medida la implementación de una Unidad Didáctica del concepto de las Leyes de Mendel contribuye al fortalecimiento de la argumentación en los estudiantes de básica secundaria.

**Institución:** Universidad de Medellín. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.

**Participantes del estudio:** Se trabajará con estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa El Limonar. El estudio es completamente voluntario. Los estudiantes pueden participar o abandonar el proceso investigativo en cualquier momento y sin consecuencias.

**Procedimiento:** Para la recolección de los datos de la investigación se hará solicitud a los participantes que voluntariamente respondan a cada uno de los instrumentos investigativos (Unidad Didáctica, cuestionario semi estructurado: inicial y final).

**Beneficios e inconformidades:** En ningún momento se obligará a suministrar datos ni se juzgarán las respuestas de los participantes. Del mismo modo las respuestas no tendrán consecuencias para las funciones de los participantes en la muestra investigativa. No se obtendrá ningún beneficio económico por su participación, se entiende que están contribuyendo a un proceso para construcción de conocimiento.

**Privacidad y confidencialidad:** Los datos que se facilitarán a nuestros investigadores en este proceso, permanecerán en confidencialidad y no serán proporcionados a ninguna persona diferente de usted y bajo ninguna circunstancia. Por ello a los instrumentos del proyecto se les determinará un código de forma que no se revele la identidad de los participantes en la muestra investigativa; solo los integrantes del grupo investigativo y los asesores del proyecto tendrán acceso a los códigos de los instrumentos investigativos.

Los resultados de esta investigación pueden ser publicados en revistas científicas o ser presentados en las reuniones científicas, pero la identidad de las personas participantes, no será divulgada.

En cualquier momento, puede solicitar información del estado del estudio y retirarse del mismo, de creerlo conveniente.

Yo \_\_\_\_\_, mayor de edad, identificado(a) con la cédula de ciudadanía No \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, en calidad de representante legal del menor \_\_\_\_\_ con el parentesco de \_\_\_\_\_, por medio del presente documento declaro y garantizo que:

1. Otorgo autorización expresa para que la investigadora, capte la imagen pixelada total o parcial del menor de edad al que represento ya sea en obras fotográficas, audiovisuales o a través de cualquier otro medio conocido o por conocerse (para efectos de este documento se entiende como “imagen” el nombre, seudónimo, voz, firmas, iniciales, figura, fisonomía de cuerpo y-o cara y-o cualquier signo que se relacione con la identidad del personaje), y la utilice para desarrollar, presentar y publicar el trabajo de investigación.
2. Las sesiones donde se captó la imagen del menor que represento fueron realizadas bajo mi total consentimiento y en ningún momento se trasgredió su dignidad o se le violó derecho alguno en especial el honor, intimidad, buena imagen y buen nombre.
3. Conozco y acepto el alcance de la divulgación pública que podrá tener la imagen y voz del menor que represento, a través ya sea de obras fotográficas, audiovisuales o cualquier otro tipo de obra o medio en cualquier momento y lugar, y doy autorización total para que éstas se realicen.

En virtud de lo anterior manifiesto que:

1. No poseo ningún tipo de propiedad ni dominio sobre las obras donde aparezca la imagen y voz del menor que represento y que fueron creadas a partir de la presente autorización, ni retengo o adquiero algún tipo de derecho que me permita usarlas sin autorización expresa del proyecto de investigación.
2. Tengo la total autorización legal y las facultades para actuar en nombre y representación del menor al que acudo, lo que acredito con la presentación del respectivo registro civil de nacimiento o la sentencia que me declara como su representante.
3. Renuncio a todo derecho o facultad de examen o aprobación de la interpretación, ejecución, imágenes, sonidos o vídeo, de sus usos, de los productos finales que sean realizados con ellas y de los textos que pudieran acompañarlos.
4. La presente autorización se otorga sin ninguna limitación territorial ni temporal, por lo que dicha interpretación o ejecución, imágenes, sonidos o vídeos o partes de las mismas, podrán ser utilizadas en todos los países del mundo y por un plazo de tiempo ilimitado, salvo que hayan restricciones específicas establecidas en la legislación vigente en Colombia.
5. Desisto a favor del proyecto de investigación y de las personas autorizadas por éste, al derecho de reclamar cualquier indemnización por daño o perjuicio que

pueda causar el uso profesional de las obras donde se fije la imagen del menor que represento, a menos que se demuestre que tal uso fue en única intención de perjudicar el honor y la reputación o los derechos del menor que represento.

Los investigadores del proyecto garantizan que la imagen del menor será utilizada en las diferentes difusiones, productos y materiales audiovisuales que se realicen, con el debido respeto y conservación de todos sus derechos y en especial los de la dignidad y el buen nombre, por lo que no les dará un uso indebido o en detrimento de los mismos.

Se firma en Medellín el día \_\_\_\_ del mes \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_

Persona facultada legalmente para autorizar la captación y utilización de la imagen del menor:

Nombre: \_\_\_\_\_

Cedula de Ciudadanía o identificación: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

#### Anexo 4. Códigos programa Atlas.Ti.

##### Listado de códigos programa Atlas.Ti version 7.5.4

Lista códigos-citas

Código-filtro: Todos

UH: e1

File: [C:\Users\lomairat\Documents\Scientific Software\ATLAS\i\TextBank\e1.hpr7]

Edited by: Super

Date/Time: 2018-04-28 13:32:37

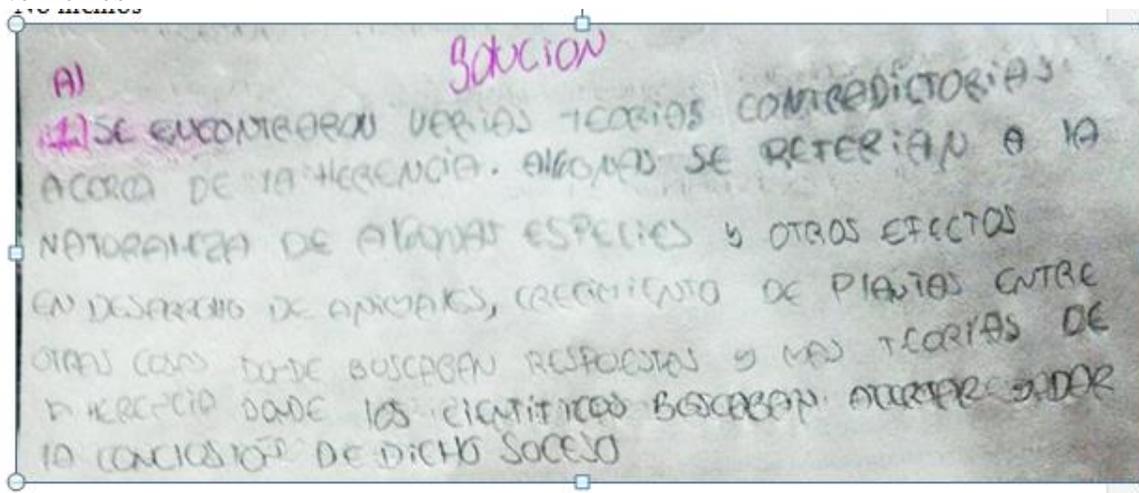
Código: {0-0}

Código: argumento {4-4}

P 1: E4 actividad 11.pdf - 1:1 [] (@772-@569) (Super)

Códigos: [argumento]

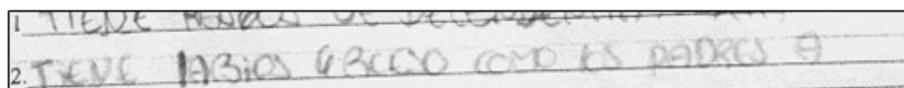
No memos



P14: E4 pre test.pdf - 14:1 [] (@351-@317) (Super)

Códigos: [argumento]

No memos



P71: E10 actividad 1.pdf - 71:1 [] (@307-@216) (Super)

Códigos: [argumento]

No memos

Estoy a favor con la clonación se podría multiplicar los recursos que  
 necesitamos para mejorar, también evitar que los especies se extingan y hacer que  
 las que están extintas vuelvan a existir la forma de una persona puede haberse  
 clonado si se necesita o tener un clon para reemplazar los órganos dañados

P98: E5 actividad 1.pdf - 98:1 [] (@304-@111) (Super)

Códigos: [argumento]

No memos

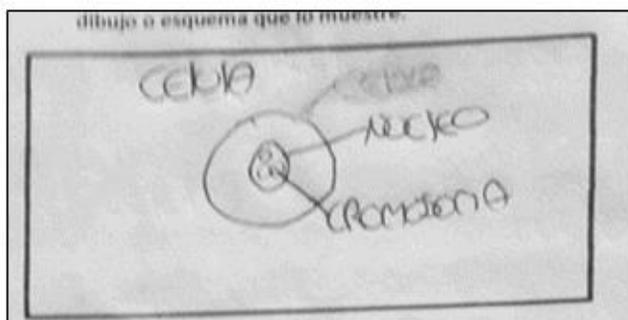
no estoy en contra porque hasta el  
 momento no he visto ningún tipo  
 de clon, para jugarlos tu si.  
 Pero si hubieran me daría igual porque  
 creo que antes puede ayudarnos en nuestros  
 trabajos y labores personales

Código: concepto gen {23-1}

P13: E4 pos test.pdf - 13:3 [] (@752-@623) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos



P14: E4 pre test.pdf - 14:4 [] (@504-@466) (Super)

Códigos: [concepto gen]

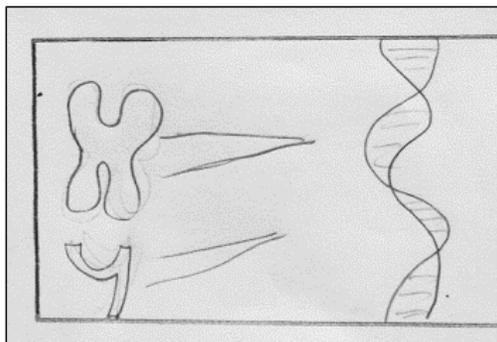
No memos

10. ¿Qué son los genes?  
 Son partes físicas que se obtienen de los padres  
 padres es que son los que transmiten la información

P27: E7 pos test.pdf - 27:3 [] (@404-@224) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos



P28: E7 pre test.pdf - 28:3 [] (@508-@465) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
Es la composición genética que tiene algo o alguien.

P41: E6 pos test.pdf - 41:3 [] (@609-@552) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
son los rasgos que se transmiten los padres a los hijos.

P42: E6 pre test.pdf - 42:2 [] (@535-@474) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
lo que se hereda de los padres.

P55: E8 pos test.pdf - 55:3 [] (@616-@562) (Super)

Códigos: [concepto gen]

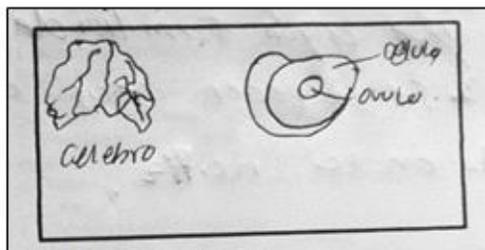
No memos

10. ¿Qué son los genes?  
los que tienen las informaciones genéticas

P55: E8 pos test.pdf - 55:4 [] (@755-@615) (Super)

Códigos: [concepto gen]

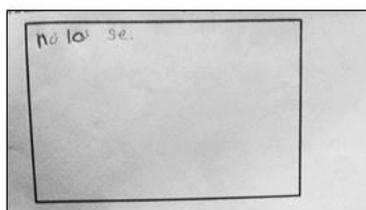
No memos



P56: E8 pre test.pdf - 56:3 [] (@757-@540) (Super)

Códigos: [concepto gen]

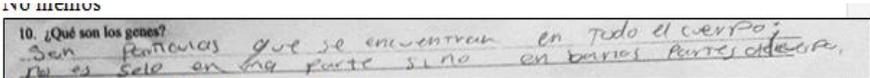
No memos



P56: E8 pre test.pdf - 56:4 [] (@531-@493) (Super)

Códigos: [concepto gen]

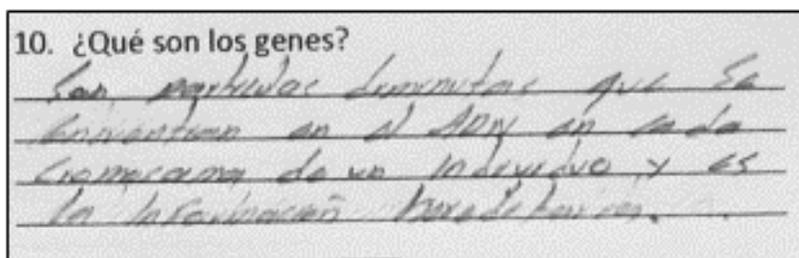
No memos



P69: E9 pos test.pdf - 69:4 [] (@626-@552) (Super)

Códigos: [concepto gen]

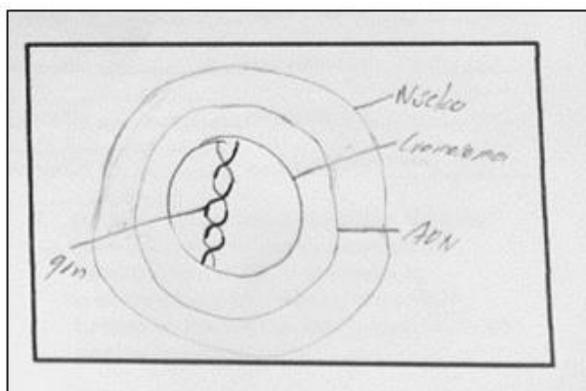
No memos



P69: E9 pos test.pdf - 69:5 [] (@410-@223) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

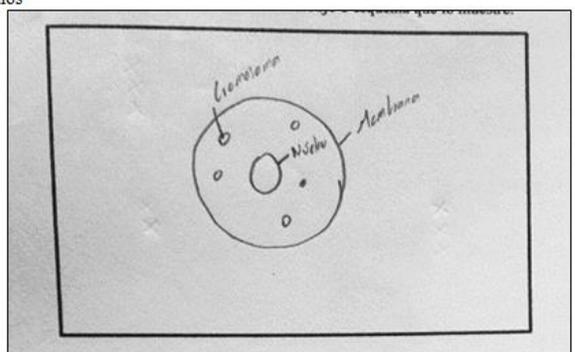


P70: E9 pre test.pdf - 70:3 [] (@737-@517) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

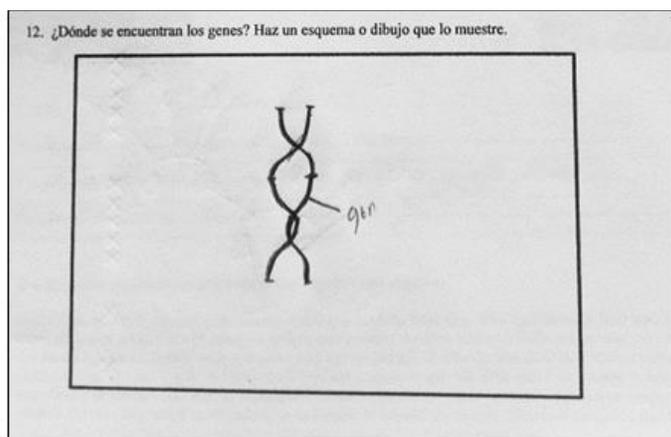
105



P70: E9 pre test.pdf - 70:4 [] (@394-@113) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos



P82: E10 pos test.pdf - 82:2 [] (@608-@579) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

Información que es heredada y define  
una característica del cuerpo

P83: E10 pre test.pdf - 83:3 [] (@563-@506) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
son información pasada de generación en generación para la obtención  
de un rasgo por medio de la estimación

P96: E3 pos test.pdf - 96:4 [] (@609-@572) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
INFORMACIÓN hereditaria.

P97: E3 pre test.pdf - 97:4 [] (@541-@494) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
son las unidades de almacenamiento de información  
genética, segmento del ADN

P110: E5 pos test.pdf - 110:3 [] (@743-@550) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?  
algunos que llevan  
información hereditaria  
de generación en  
generación



The diagram shows a circle representing a cell, with a smaller circle inside representing the nucleus. The word 'nucleo' is written next to the inner circle, and 'célula' is written next to the outer circle. There are some other faint markings and lines around the diagram.

P111: E5 pre test.pdf - 111:4 [] (@519-@465) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?

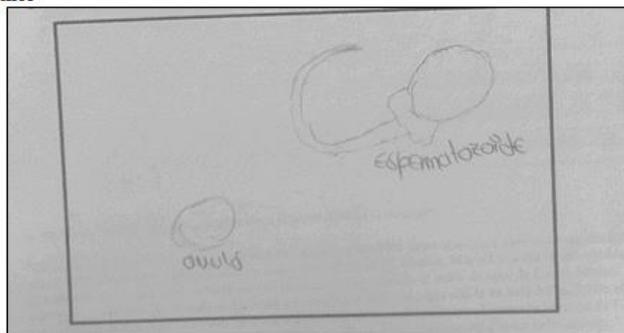
son lo que igual hacen que los <sup>pequeños</sup> hijos se reproduzcan a sus padres.

P125: E2 pre test.pdf - 125:2 [] (@377-@153) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

11105



P125: E2 pre test.pdf - 125:3 [] (@526-@482) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

10. ¿Qué son los genes?

Los genes son parte de la información genética la cual puede determinar nuestras rasgos.

P138: E1 pos test.pdf - 138:4 [] (@822-@219) (Super)

Códigos: [concepto gen]

No memos

9. ¿Dónde se encuentran los cromosomas? Haz un dibujo o esquema que lo muestre.

10. ¿Qué son los genes?  
 es una unidad de información en un trozo de ácido desoxirribonucleico que codifica un producto funcional, proteínas.

11. Marca con una (X) ¿qué células contienen genes?

- a) Espermatozoides
- b) Células del cerebro
- c) Células del corazón
- d) Óvulos
- e) Células musculares
- f) Todas

12. ¿Dónde se encuentran los genes? Haz un esquema o dibujo que lo muestre.

Código: concepto hereditario {1-4}

P139: E1 pre test.pdf - 139:2 [] (@570-@535) (Super)

Códigos: [concepto hereditario]

No memos

3. ¿Qué entiendes por información hereditaria?  
Es algo que se transmite por un familiar y de una herencia de familiar en familiar

Código: concepto información hereditaria {1-1}

P97: E3 pre test.pdf - 97:3 [] (@578-@527) (Super)

Códigos: [concepto información hereditaria]

No memos

3. ¿Qué entiendes por información hereditaria?  
Es un componente de la célula que da las características, además de darle una actividad específica

Código: conclusiones {23-1}

P13: E4 pos test.pdf - 13:1 [] (@458-@329) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

su abuelo también  
kisa fue infiel  
lorena es adoptada  
usa lentes de contacto  
casi otras experiencias en  
su mundo aparte de las  
de su padre

P14: E4 pre test.pdf - 14:3 [] (@194-@101) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

ahora parece como otros parece su abuelo materno los  
dice así y esto sucede porque su madre tiene adopción  
de su padre y se lo pasó a ella

P27: E7 pos test.pdf - 27:2 [] (@406-@256) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

porque el abuelo  
también los tiene  
y ella sacó las  
características de él

P41: E6 pos test.pdf - 41:2 [] (@413-@372) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

porque es más fácil de entender,  
ya que Lorena sacó los ojos

P42: E6 pre test.pdf - 42:3 [] (@221-@190) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

porque sus padres tienen ojos azules. Teoría familiar.

P55: E8 pos test.pdf - 55:2 [] (@377-@286) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

porque es más fácil  
de entender ya que  
Lorena sacó los ojos  
azules a José y su abuelo

P56: E8 pre test.pdf - 56:2 [] (@206-@94) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Porque su abuelo tiene los ojos de color azul claro  
por lo cual puede ser que Lorena ella heredó  
del mismo color de ojos; lo más común es  
es que mamá piensa que Lorena no es  
su hija pero él debe de entender que  
bueno de herencia de su mamá de mamá.

P69: E9 pos test.pdf - 69:2 [] (@398-@317) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

El gen recesivo fue más rotundo tras  
varias descendencias hasta ser gen  
dominante, esto gen lo heredó de  
su abuelo.

P69: E9 pos test.pdf - 69:3 [] (@419-@377) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

El gen recesivo se hizo dominante  
tras llevar a cabo varias descendencias  
Luisa fue laica

P70: E9 pre test.pdf - 70:2 [] (@219-@127) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Los genes de su abuelo fueron heredados a Luisa aunque Luisa  
no tenga ojos azules, si tiene la genética de su padre  
de la sangre y se la fue heredada a su hija Luisa  
se puede observar con los datos de Mendel y el gen dominante

P83: E10 pre test.pdf - 83:2 [] (@203-@138) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Luisa posee el gen de los ojos azules heredado de su abuelo a su madre y heredó  
a ella, pero también los genes de ojos café a su abuelo los genes de ojos azules  
no se puede ver que se usaron más

P96: E3 pos test.pdf - 96:3 [] (@417-@336) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

¿Lorena posee ojos azules porque?  
Por la herencia genética,  
ya que el gen es transmitido  
de generación en generación,  
por ejemplo el padre de Luisa

P97: E3 pre test.pdf - 97:2 [] (@193-@124) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

porque viene de genética por parte del padre de  
Luisa que posee ojos azules claros, y como es el  
abuelo de Laura "salió con esa genética."

P110: E5 pos test.pdf - 110:2 [] (@395-@274) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Porque heredó una  
gran cantidad de  
genética del padre  
de Luisa "José" han  
dado la misma forma  
de sus ojos azules

P111: E5 pre test.pdf - 111:2 [] (@193-@120) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Porque salió de los genes del papa  
de Luisa, heredando el color azul  
claro en sus ojos

P111: E5 pre test.pdf - 111:3 [] (@579-@542) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Loiseta tiene ojos azules porque heredó de Luisa  
Estuvo con otro hombre (2)  
Loiseta tiene ojos azules porque pudo ser que los combacaron el hijo (1)

P124: E2 pos test.pdf - 124:2 [] (@411-@312) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

loiseta tiene ojos azules por su  
abuelo, ya que Luisa al ser hija  
de José en su información  
genética quedó esto y fue  
transmitido a Loiseta

P125: E2 pre test.pdf - 125:1 [] (@223-@140) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

¿... posee ojos azules porque?  
 ¿... tiene los ojos azules por herencia de su abuelo materno  
 quien tiene los ojos azules, ya que sin importar el color de  
 los ojos de sus padres en la sangre o genes o herencia de  
 su abuelo está el tener los ojos azules.

P127: El actividad 11.pdf - 127:1 [] (@547-@478) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

B. ① Por que nadie se dio cuenta de que Pacha había leído  
 que explicaban los mecanismos de la herencia, ninguno  
 intento interpretaciones nomencas de sus resultados

P130: El actividad 3.pdf - 130:1 [] (@194-@138) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Por que concuerda de donde proviene los  
 seres vivos

P132: El actividad 5.pdf - 132:1 [] (@624-@532) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

Puede a ver una probabilidad que sus hijos  
 saldrían así, porque el se los podía heredar, pero  
 también hay una probabilidad que no saldrían  
 así, porque pueden salir a la madre

P138: El pos test.pdf - 138:2 [] (@592-@544) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

3. Puede que su madre tenga un gen que le transmite  
 para que sacara los ojos azules

P138: El pos test.pdf - 138:3 [] (@229-@150) (Super)

Códigos: [conclusiones]

No memos

B. Lorena tiene los ojos azules porque los pudo sacar de el abuelo juan que los tiene azul claro y no a sus Padres que los tienen Cafe oscuro

Código: conectores {0-1}

Código: datos {4-1}

P 7: E4 actividad 4.pdf - 7:1 [] (@445-@384) (Super)

Códigos: [datos]

No memos

QUE LA GENETICA NOS AYUDA A RESOLVER MUCHOS DUDAS POR MEDIO DE LAS INVESTIGACIONES QUE SE HAN HECHO CON EL TIEMPO

P86: E3 actividad 11.pdf - 86:1 [] (@302-@194) (Super)

Códigos: [datos]

No memos

resultados. por ello la mayoría de las teorías de esta época eran muy generales o lo suficiente obvias para ser comprobados experimentalmente. Mendel fue la primera persona que se dio cuenta en que debía haber una ley ampliamente aplicable para poder explicar la herencia. esa teoría era una ley ampliamente aplicable

P92: E3 actividad 6.pdf - 92:1 [] (@344-@275) (Super)

Códigos: [datos]

No memos

Verdadero Porque: los genes se transmiten de generación en generación por lo tanto el descendiente tendrá los mismos genes.

P139: El pre test.pdf - 139:1 [] (@195-@154) (Super)

Códigos: [datos]

No memos

Lara tiene los ojos azules por que su abuelo los tiene del mismo color ella lo pudo heredar de su abuelo

Código: garantías {2-1}

P133: El actividad 6.pdf - 133:1 [] (@637-@563) (Super)

Códigos: [garantías]

No memos

para un gen dado. incluido Porque: tiene que haber un alelo dominante y otro recesivo; esto quiere decir que hay un gen más fuerte que el otro, por lo que el alelo dominante se hace cargo de todas las características.

P138: El pos test.pdf - 138:1 [] (@709-@687) (Super)

Códigos: [garantías]

No memos

hacer una prueba de ADN

Código: genealogía {1-1}

P12: E4 actividad 9.pdf - 12:2 [] (@747-@626) (Super)

Códigos: [genealogía]

No memos

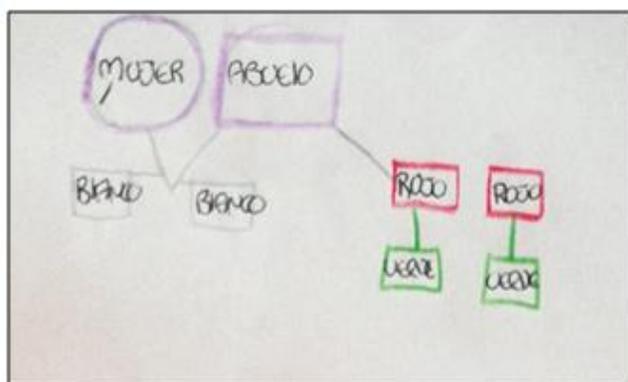
UN ARBOL GENEALOGICO ES EL QUE PERMITE IDENTIFICAR EN MUCHOS CASOS EL PATRON DE HERENCIA MENDELIANA. EN LA ELABORACION DE UN ARBOL GENEALOGICO ES IMPORTANTE UTILIZAR LOS SIMBOLOS ESTANDAR DE TAL FORMA QUE EL ARBOL PUEA SER INTERPRETADO FACILMENTE.

Código: representación genealogía {26-1}

P 3: E4 actividad 10.pdf - 3:1 [] (@338-@135) (Super)

Códigos: [representación genealogía]

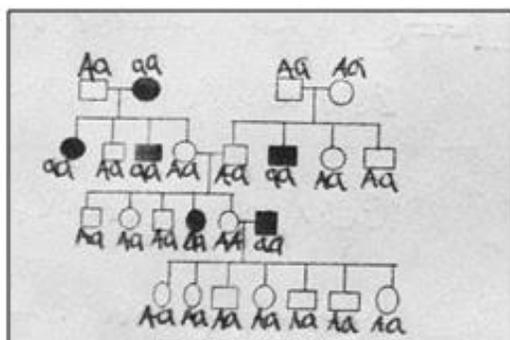
No memos



P12: E4 actividad 9.pdf - 12:1 [] (@523-@368) (Super)

Códigos: [representación genealogía]

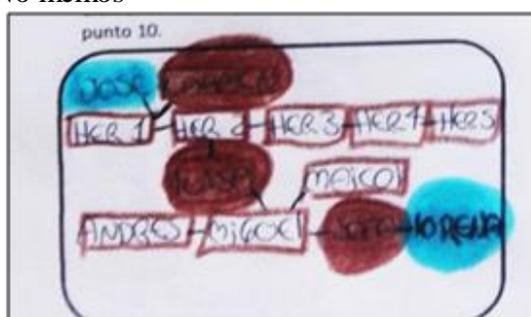
No memos



P13: E4 pos test.pdf - 13:2 [] (@298-@140) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

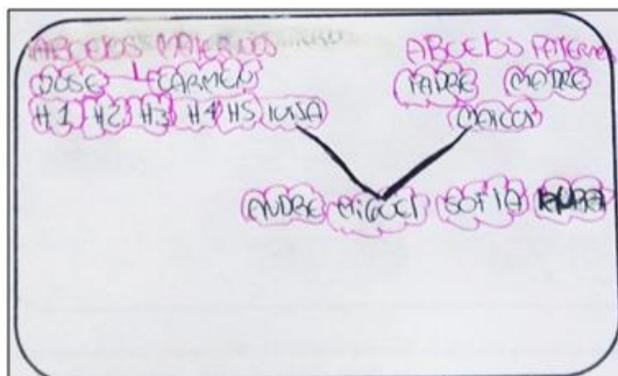
No memos



P14: E4 pre test.pdf - 14:2 [] (@427-@200) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

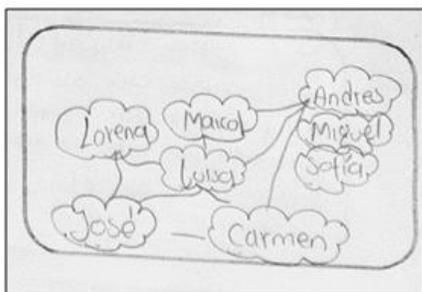
No memos



P27: E7 pos test.pdf - 27:1 [] (@269-@93) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

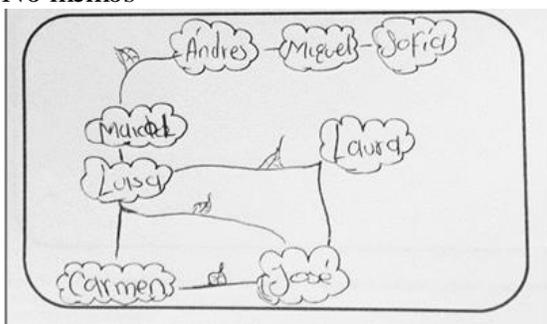
No memos



P28: E7 pre test.pdf - 28:1 [] (@427-@199) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

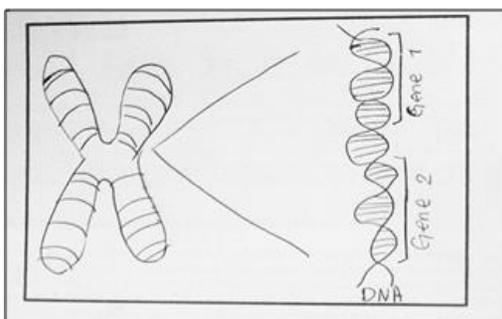
No memos



P28: E7 pre test.pdf - 28:2 [] (@371-@136) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

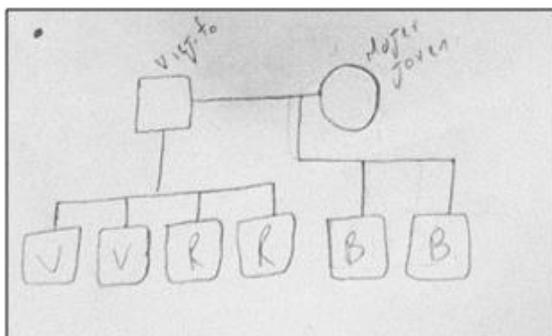
No memos



P30: E6 actividad 10.pdf - 30:1 [] (@325-@149) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

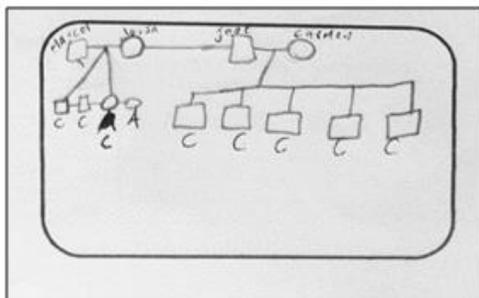
No memos



P41: E6 pos test.pdf - 41:1 [] (@249-@87) (Super)

Códigos: [representación genealogía]

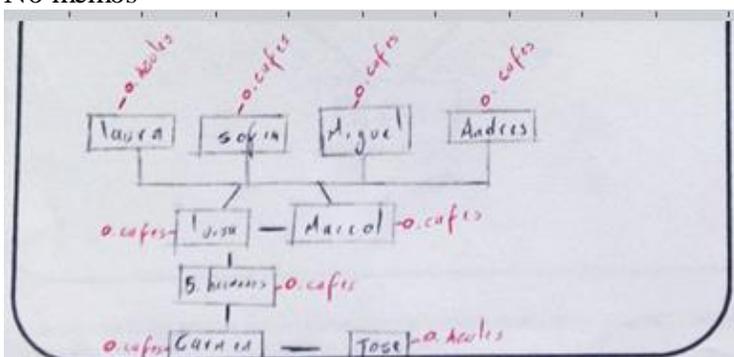
No memos



P42: E6 pre test.pdf - 42:1 [] (@410-@187) (Super)

Códigos: [representación genealogía]

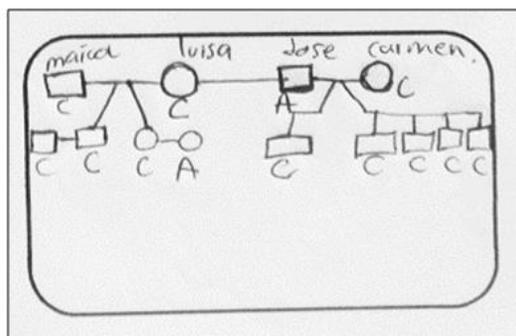
No memos



P55: E8 pos test.pdf - 55:1 [] (@228-@58) (Super)

Códigos: [representación genealogía]

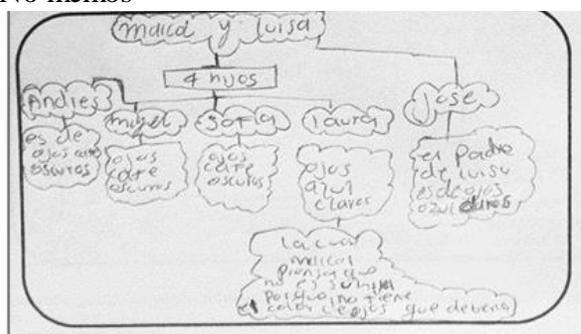
No memos



P56: E8 pre test.pdf - 56:1 [] (@431-@225) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

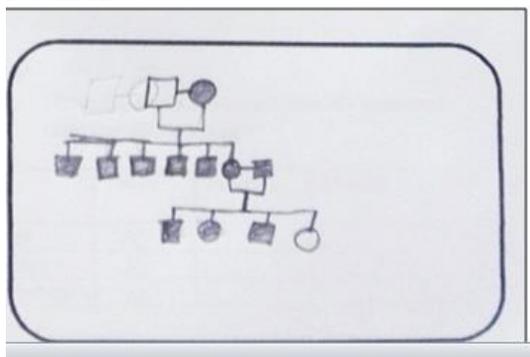
No memos



P69: E9 pos test.pdf - 69:1 [] (@248-@79) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

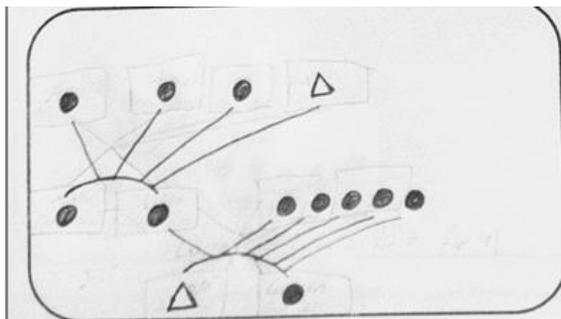
No memos



P70: E9 pre test.pdf - 70:1 [] (@425-@200) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

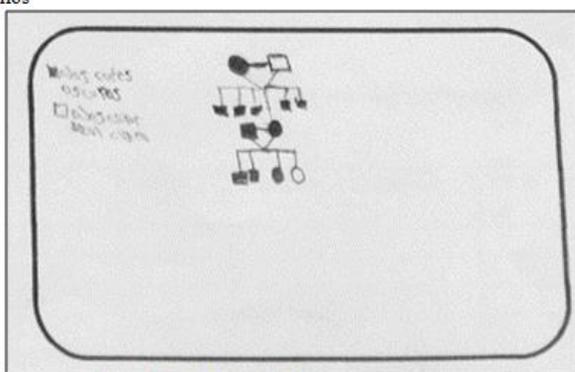
No memos



P82: E10 pos test.pdf - 82:1 [] (@242-@77) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

No memos

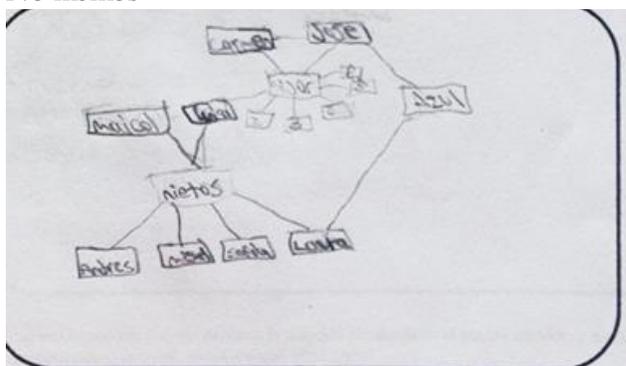


E10 pre test.pdf - 83:1 [] (@431-@200) (Super)

P83: E10 pre test.pdf - 83:1 [] (@431-@200) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

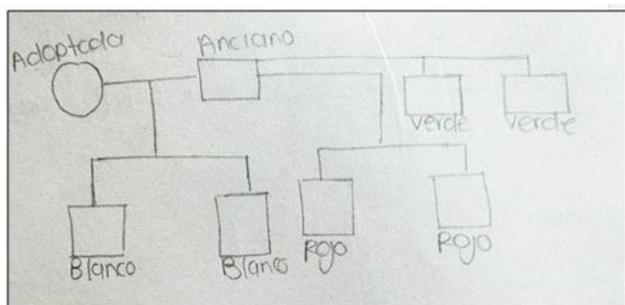
No memos



P85: E3 actividad 10.pdf - 85:1 [] (@757-@502) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

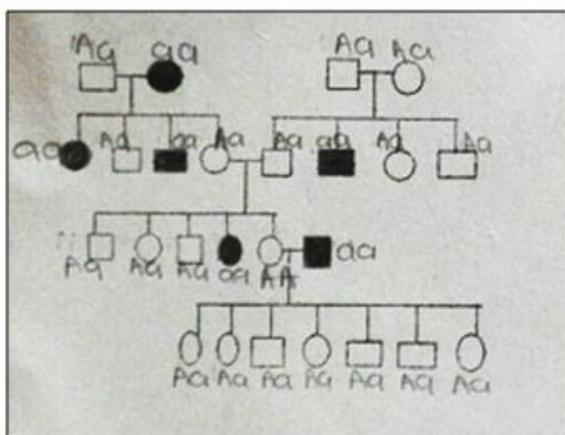
No memos



P95: E3 actividad 9.pdf - 95:1 [] (@511-@364) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

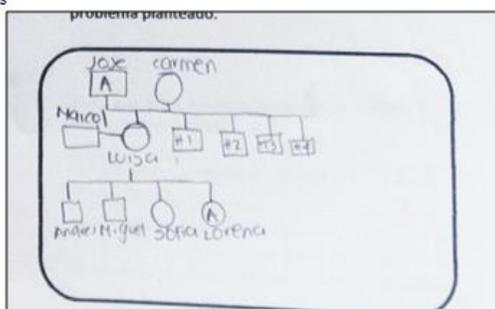
No memos



P96: E3 pos test.pdf - 96:1 [] (@250-@73) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

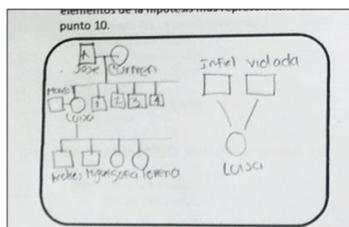
No memos



P96: E3 pos test.pdf - 96:2 [] (@294-@130) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

No memos

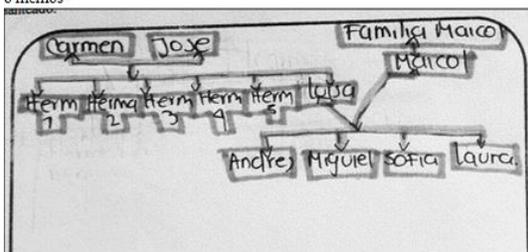


P97: E3 pre test.pdf - 97:1 [] (@437-@271) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

No memos

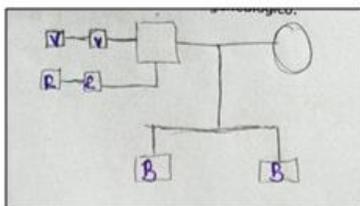
o memos



P99: E5 actividad 10.pdf - 99:1 [] (@348-@214) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

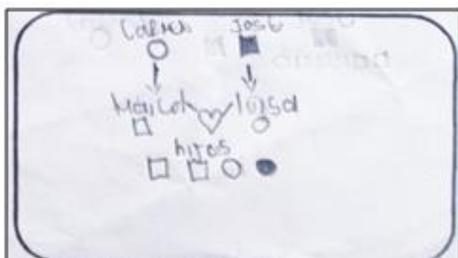
No memos



P110: E5 pos test.pdf - 110:1 [] (@236-@75) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

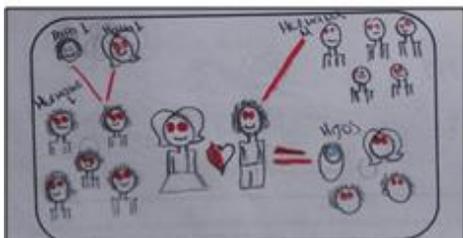
No memos



P111: E5 pre test.pdf - 111:1 [] (@412-@206) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

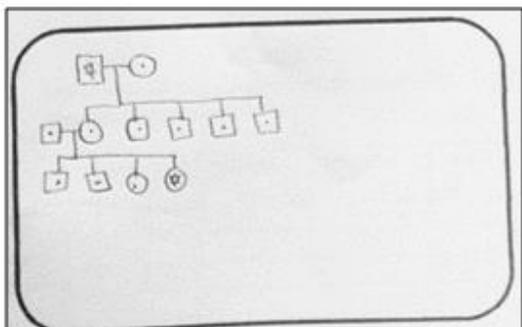
No memos



P124: E2 pos test.pdf - 124:1 [] (@248-@77) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

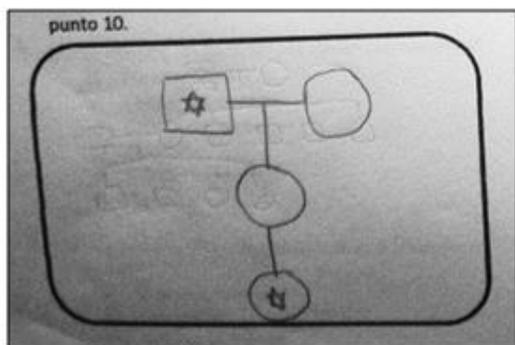
No memos



P124: E2 pos test.pdf - 124:3 [] (@278-@109) (Super)

Códigos: [representación genealogia]

No memos



### **Vita**

Luz Omaira Torres Ramírez, nacida en Medellín el 21 de febrero de 1982. Microbióloga y Bioanalista de la Universidad de Medellín. Docente de Ciencias Naturales- Química en la institución educativa El Limonar de la ciudad de Medellín, del corregimiento de San Antonio de Prado desde el año 2010.

Realizó el diplomado en educación en la Universidad Autónoma Latinoamericana en el año 2010, y actualmente es aspirante al título de magister en educación de la Universidad de Medellín.

Sus prácticas pedagógicas las ha enfocado en articulación con el proyecto ambiental escolar PRAE, denominado cuidado y protección del medio ambiente, referenciado con el sendero ecológico de la I.E. El Limonal.