

**DESARROLLO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA CUANDO SE
TRABAJAN SITUACIONES PROBLEMA CONTEXTUALES EN EL CAMPO DE LAS
LEYES DE MENDEL**



**GERMAN ANDRÉS AMAYA DOMÍNGUEZ
MARCELA PATRICIA PULIDO GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado para optar por el título de:
Magister en enseñanza de las ciencias**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
TULUÁ
2017**

**DESARROLLO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA CUANDO SE
TRABAJAN SITUACIONES PROBLEMA CONTEXTUALES EN EL CAMPO DE LAS
LEYES DE MENDEL**



**GERMAN ANDRÉS AMAYA DOMÍNGUEZ
MARCELA PATRICIA PULIDO GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado para optar por el título de:
Magister en enseñanza de las ciencias**

**Docente Tutor
Mg. John Jairo Henao**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
TULUÁ
2017**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. PROBLEMA	9
1.1. Planteamiento del problema.....	9
1.2. Formulación del problema	11
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. JUSTIFICACIÓN	13
3.1. Antecedentes	14
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1. ¿Por qué desarrollar la argumentación en los estudiantes?	17
4.2. Enseñando a argumentar en ciencias.....	18
4.3. ¿Qué es la argumentación: una competencia o una habilidad?	25
4.4. La argumentación de las leyes de Mendel en el aula, por medio de unidades didácticas 28	
4.5. Historia y epistemología de las leyes de Mendel	31
4.6. El aporte importantísimo de Mendel	33
4.7. Principio de distribución independiente	34
4.8. Modelos explicativos de las leyes de Mendel	35
5. METODOLOGÍA.....	37
5.1. Tipo de investigación	37
5.2. Definición de la población	37
5.3. Unidad de trabajo	38
5.5. Instrumento para la recolección de la información	38
5.6. Diseño y etapas de la investigación.....	40
5.7. Unidad didáctica.....	42
5.8. Objetivos	43

5.9.	Fases de la unidad didáctica	43
5.10.	Análisis de la información	46
5.11.	Instrumento de identificación de modelos explicativos	47
5.12.	Análisis de los textos argumentativos	53
5.12.1.	Análisis inicial	53
5.12.2.	Anatomía del texto.....	54
5.12.3.	Secuencia textual.	56
5.12.4.	Conectores.....	57
5.12.5.	Fisiología del texto.....	58
5.12.6.	<i>Aceptabilidad de la justificación principal.</i>	58
5.12.7.	<i>Relevancia de la comparación.</i>	60
5.12.8.	<i>La ejemplificación.</i>	60
5.13.	Análisis actividad de evaluación	61
5.13.1.	Anatomía del texto.....	62
5.14.	Fisiología del texto	65
5.14.1.	<i>Concordancia hecho-conclusión.</i>	65
5.14.2.	<i>Aceptabilidad de la justificación principal.</i>	67
5.14.3.	<i>Relevancia de la ventaja.</i>	67
5.14.4.	<i>Relevancia del inconveniente.</i>	68
5.14.5.	<i>Relevancia de la comparación.</i>	68
5.14.6.	<i>Ejemplificación.</i>	69
5.15.	Discusión	79
6.	CONCLUSIONES.....	81
7.	RECOMENDACIONES.	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
	ANEXOS	87

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Etapas de la investigación (descripción y actividades).....	40
Tabla 2. Etapas de la investigación (descripción y actividades).....	41
Tabla 3. Fases de la unidad didáctica.....	43
Tabla 4. Fase de diseño y aplicación de la unidad didáctica	44
Tabla 5. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.....	47
Tabla 6. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.....	48
Tabla 7. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.....	49
Tabla 8. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.....	51
Tabla 9. Aspectos a analizar de acuerdo a la estructura de Sardá y Sanmartí	54
Tabla 10. Estructura de los textos argumentativos iniciales.	55
Tabla 11. Tipos de conectores (Tamayo, 2001).....	57

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema del texto argumentativo según Sardá y Sanmartí(2000)	20
Ilustración 2. Esquema textual construido por un estudiante. (A1P4aE6)	55
Ilustración 3. Esquema de aceptabilidad de la justificación principal.	59
Ilustración 4. Esquema de la estructura textual de una respuesta dada (AFP1E12).	63
Ilustración 5. Esquema que muestra un ejemplo de un hecho que concuerda con la conclusión. (AFP1E1)	66
Ilustración 6. Ejemplo respuesta de estudiante con concordancia entre hecho y conclusión. (AFP3E18)	74
Ilustración 7. Ejemplo respuesta de estudiante dato correcto al punto cinco de la evaluación. (AFP4E7)	77

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1.....	87
Anexo 2.....	91
Anexo 3.....	95
Anexo 4.....	102
Anexo 5.....	120

INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, debe integrar una serie de factores y espacios que permitan el desarrollo de diferentes habilidades y competencias en los estudiantes, con el objetivo de acercarlos al conocimiento científico. De esta manera, como lo mencionan Márquez, Ruiz & Tamayo (2015): La argumentación es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por esta razón, es importante que los estudiantes desarrollen su capacidad de argumentar en ciencias, para lo cual se deben propiciar espacios de participación, reflexión, debate y análisis, que los conducen a evaluar sus modelos explicativos, en este caso, frente a las leyes de Mendel, y desarrollarlos de manera progresiva a través de la construcción de textos argumentativos, siguiendo el esquema adaptado por Sarda y Sanmartí.

La siguiente investigación busca entonces evaluar el desarrollo de la argumentación cuando se estudian las leyes de Mendel, teniendo en cuenta que la construcción de argumentos de acuerdo al esquema antes mencionado, permite que los estudiantes, no solo expresen claramente sus ideas o posición frente a una situación específica, sino también a que reúnan la información necesaria para demostrar la tesis propuesta, tengan en cuenta diferentes puntos de vista y confronten no solo las opiniones de otros, sino las propias. De esta manera deben emplear los conceptos trabajados en clase y en el caso particular de esta investigación corroborar sus argumentos a través de la aplicación de las leyes de Mendel, lo que les permite una apropiación y comprensión más amplia de las mismas.

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Cuando miramos hacia la escuela una de las preguntas que más nos inquieta es ¿qué pasa con la educación en Colombia?, esta pregunta se la hacen personas comunes, empresarios, políticos y por supuesto, todos aquellos que tienen que ver con la educación y de manera más reiterada el maestro. ¿Cómo enseñar para que mis estudiantes puedan tener pensamiento crítico? ¿Qué condiciones se deben dar en el aula para que los estudiantes construyan pensamiento científico? Estas dos preguntas traen consigo un problema muy complejo de resolver de buenas a primeras como es el de que los estudiantes adquieran conocimiento profundo, trabajen en equipo, desarrollen habilidades como las tecnológicas, lingüísticas, argumentativas y logren autorregularse para que su desarrollo como sujeto sea integral.

Sardá y Sanmartí (2000) afirman: “El profesorado de ciencias constata a menudo las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia” (p.405).

Los estudiantes están atravesando por situaciones que no les está permitiendo expresar o responder las preguntas que plantea la escuela, cuando ellos deben estructurar las ideas que surgen en el aula, que se despliegan del proceso enseñanza-aprendizaje, se ven envueltos en un cúmulo de información y no logran estructurar bien sus ideas, no logran utilizar adecuadamente las herramientas como el lenguaje para responder o argumentar una postura frente a lo que el profesor explica u orienta en la clase. Adicional a esto un alto porcentaje de estudiantes en los colegios no están interesados en aprender ciencias naturales ni resolver problemas de su cotidianidad porque les parece aburrido, piensan que no les será útil en la vida para tener una profesión digna. Entre otros aspectos, se pueden comprobar las dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos de manera coherente. Tampoco distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano y utilizan palabras «comodín», propias del lenguaje coloquial. Además, a menudo, o

bien escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación. (Sardá y Sanmartí, 2000).

El estudiante no está interesado en la clase, pero si miramos la otra cara de la moneda, desde la motivación y el quehacer del docente, también encontramos desmotivación y dificultades de orden teórico y metodológico en las clases orientadas por él. Encontramos docentes que no están realizando ninguna actividad escolar para mejorar la motivación del estudiante frente a clase de ciencias, no están involucrando la reflexión en su quehacer pedagógico y didáctico, no se está evidenciando por parte del profesor la planeación adecuada de su clase para llevar a sus estudiantes a argumentar correctamente y a participar activamente en ella, por medio de situaciones atractivas para los educandos.

Además de lo anterior, una situación común y de grandes consecuencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es que muchas veces el mismo profesor no argumenta claramente sus ideas. A pesar de estar basadas en el conocimiento científico, a la hora de realizar la transposición didáctica, su discurso y estrategias no son las más apropiadas, teniendo en cuenta la diversidad de estudiantes presentes en un salón de clase. De allí la importancia que el docente sea el primero en manejar su capacidad de argumentación, ya que debe presentar su conocimiento a los estudiantes, teniendo en cuenta una amplia gama de perspectivas, la epistemología del concepto, su evolución, los estudios realizados, su influencia en el entorno, en la historia y en la actualidad, de manera que el estudiante, ya sea a través del discurso del docente o de las diferentes actividades desarrolladas tenga a la mano toda la información frente al tema y pueda desarrollar sus propias ideas y aplicar sus conceptos frente a situaciones de la vida cotidiana.

Todas estas situaciones han permitido reconocer que es necesaria una evolución en el aula de clase, una actitud diferente por parte del docente, ya que aún los docentes siguen impartiendo sus clases como transmisores de información, esa información vacía y sin usos prácticos en la vida de los educandos. El sistema educativo tiene numerosas fallas, provenientes de los diferentes agentes que lo componen: falta de recursos didácticos, incorrectas prácticas educativas, falta de disposición por parte del estudiante, entre muchas otras, pero uno de los

principales problemas en la población estudiantil es la incapacidad de argumentar, de dar justificaciones ancladas a fundamentos teóricos, como lo exponen Sardá y Sanmartí (2000).

En torno a este problema se presentan diversos factores, principalmente la inadecuada implementación de prácticas o estrategias por parte del docente, que no permiten al estudiante desarrollar las habilidades necesarias para asimilar y apropiarse del conocimiento por medio de la argumentación. Y más allá de esto, tener la capacidad de aplicarlo para afrontar las situaciones presentes en su entorno.

Si los estudiantes no aprenden a argumentar en la clase de ciencias, difícilmente lograremos que ellos construyan su propio conocimiento para que lo apliquen en contexto, este es uno de los problemas más importantes que la escuela debe afrontar. La argumentación en ciencias es una herramienta fundamental que se necesita actualmente en las aulas, los estudiantes no conocen la estructura adecuada de un texto argumentativo, no conocen los conectores que le permite dar una cohesión a su argumento, no saben cómo ejemplificar su conclusión frente a una situación en la que vive a diario, no logran relacionar el tema explicado por el profesor con su contexto y mucho menos expresar su posición frente al tema de una manera clara, aceptable dentro de los parámetros lingüísticos que exige una buena argumentación. Esta situación imposibilita una evolución conceptual y aprendizaje en profundidad de los estudiantes.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo evaluar el desarrollo de la competencia argumentativa en estudiantes de grado noveno, trabajando situaciones problema contextuales en el campo de las leyes de Medel?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el desarrollo de la argumentación cuando se trabajan situaciones problema contextuales en el campo de las leyes de Mendel.

2.2. Objetivos específicos

Identificar los modelos explicativos de los estudiantes cuando se enfrentan a situaciones problema en el campo de las leyes de Mendel.

Diseñar e implementar una unidad didáctica, que permita desarrollar en los estudiantes la competencia argumentativa cuando se estudian las leyes de Mendel.

Evaluar el desarrollo de la competencia argumentativa alcanzado por los estudiantes una vez se enfrentan a situaciones problema en el campo de las leyes de Mendel.

3. JUSTIFICACIÓN

La educación colombiana tiene un reto muy grande que debe resolver, este reto es el mejoramiento de la calidad en las aulas. Para ello se hace necesario involucrar diferentes estrategias que generen un impacto positivo en los estudiantes, ya que estos llegan a las escuelas desmotivados y con niveles muy bajos en conocimientos básicos que le permitan avanzar en áreas como las ciencias naturales.

EL docente juega un papel esencial para que estas estrategias generen los avances esperados en los educandos y en la educación misma. Es por eso que creemos que, si el docente involucra estrategias o actividades pensadas y planeadas de una manera coherente con el contexto educativo, desarrollará en los estudiantes competencias que le permitirán comprender situaciones científicas en contexto.

Competencias como la argumentación en la clase de ciencias permite a los estudiantes comprender situaciones científicas como la genética desde una postura del discurso, donde este se vuelve fundamental para entender la naturaleza del concepto científico. Cuando en una clase de ciencias el estudiante y el docente argumentan, ambos generan una dinámica que sin duda generará nuevas preguntas que resolver y eso favorece a la comprensión de la ciencia en el aula.

Duschl y Osborne (citados por Cardona, 2008) consideran muy importante desarrollar investigaciones que permitan construir procesos para que los estudiantes logren introducirse en la ciencia, desde el aula de clase, a través de comunidades de práctica en las que se faciliten modos de discurso que se asemejen a las de las comunidades científicas. En tales comunidades, los estudiantes pueden ser estimulados a cuestionar, justificar y evaluar el conocimiento, su propio razonamiento y el de otros, de manera que se alcance la enculturación en procesos discursivos que apoyen la construcción de conocimiento y los procesos de autorregulación.

La importancia de desarrollar en los estudiantes la competencia argumentativa en ciencias, es que se acercan al lenguaje científico y emiten sus argumentos de una manera adecuada de acuerdo a los parámetros que exige la ciencia hoy en día. Lo que se busca es que un estudiante reciba información de diferentes formas, utilizando diferentes modos de aprendizaje, permitiéndole desarrollar la competencia para que logre articular esa información, esos conceptos con la ciencia, la cultura, la sociedad, la tecnología y el ambiente, emitiendo un concepto propio, construido por él mismo, después de haberlo evaluado, reflexionado, de autorregularse de acuerdo a los cambios que sufra en el aprendizaje y que este concepto emitido cumpla los parámetros establecidos desde la lingüística para convertirse en un argumento científico sólido, demostrando que genera aprendizaje en su contexto utilizando la ciencia.

Cabe resaltar además, que el objetivo de la educación actual es desarrollar en los estudiantes competencias que permitan ejercitar sus procesos mentales, para enfrentar diferentes situaciones del contexto, cambiando la perspectiva de la escuela tradicional que buscaba transmitir, repetir y memorizar conceptos poco útiles para el progreso tanto del individuo como de su entorno, que requiere día a día personas más críticas y autónomas, como lo expone De Zubiria, J (2017). Teniendo en cuenta el protagonismo que tienen los diferentes medios de comunicación es importante que los estudiantes aprendan a identificar las fuentes confiables de información e interpretar todo lo que estos medios le brindan. Todo esto se puede llevar a cabo cuando se desarrolla la competencia argumentativa en el aula de clase.

3.1. Antecedentes

La argumentación en el aula está siendo abordada cada vez más como una forma de lograr que los estudiantes por medio del discurso y los debates en el aula se apropien del conocimiento científico y logren construir su propio conocimiento, que les permita desempeñarse adecuadamente en el mundo actual. A continuación se muestran algunos trabajos que se han desarrollado en el ámbito internacional y nacional sobre la argumentación y las unidades didácticas que permiten la argumentación y la resolución de problemas en el aula.

En la enseñanza de la argumentación en ciencias encontramos a nivel internacional trabajos como el de Sardá y Sanmartí(2000), con el título de “Enseñar a argumentar científicamente: un reto en las clases de ciencias”. Este trabajo aborda la problemática que presentan los estudiantes a la hora de organizar un escrito argumentativo desde el punto de vista científico, especifica que los estudiantes no distinguen los términos de uso científico de los términos de uso cotidiano. Se realiza un trabajo con estudiantes entre los 14 y 15 años en un colegio de Barcelona, se analizan los textos argumentativos de estos estudiantes y se concluye que no seleccionan los argumentos pertinentes y relevantes desde el punto de vista científico, no planifican las estrategias necesarias para la producción del texto argumentativo. Se valora en el documento de estos autores la importancia del lenguaje para el aprendizaje, y los procesos de regulación continua para que los profesores identifiquen las falencias de los estudiantes y proporcionarles las herramientas para que puedan superar estas dificultades.

También se encuentra el trabajo de Jiménez y Díaz (2003), que titula “Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas”. Aquí se aborda el discurso en el aula para estudiar los procesos de argumentación de los estudiantes de secundaria para la resolución de problemas en ciencias. Los autores proponen que el estudiante debe participar del discurso de las ciencias en el aula, tener la oportunidad de resolver problemas o evaluar alternativas que le permitan hablar de ciencia, se aborda la unidad didáctica para evaluar la argumentación en un proyecto de saneamiento de un humedal.

A nivel nacional encontramos trabajos de diseño e implementación de unidades didácticas relacionadas en la argumentación, la resolución de problemas y la genética.

Trabajos de grado como el de Jiménez (2014), titulado “Diseño e implementación de una unidad didáctica interactiva apoyada en TICs, para la enseñanza-aprendizaje significativo del tema genética, de ciencias naturales en estudiantes del grado octavo”, En este trabajo se resalta la importancia de las TICs para la enseñanza y aprendizaje de la genética a través del diseño de una unidad didáctica, que permitirá al docente caracterizar las ideas previas de los estudiantes, generar procesos de enseñanza y aprendizaje por medio de actividades secuenciadas

desde la plataforma moodle y analizar la evaluación de la unidad didáctica para retroalimentarla y mejorarla de acuerdo al contexto y características de sus estudiantes.

Se encuentra el trabajo de grado de Franco, Narváez y Ospina (2012), titulado “Incidencia de una unidad didáctica acerca del tema mezclas y sustancias en el desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes de grado 4 de básica primaria de la institución educativa Eladia Mejía, del municipio de Dosquebradas. Este trabajo busca por medio de la metodología pequeño científicos, desarrollar la capacidad de argumentación de los estudiantes del grado cuarto de básica primaria, mediante el diseño e implementación de una unidad didáctica buscando que el estudiantes participe en su proceso de aprendizaje, es decir construya su conocimiento y desarrolle pensamiento crítico en ciencias.

El trabajo de Cardona (2008), titulado “Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética”, nos muestra el resultado de caracterizar los modelos argumentativos en la solución de problemas en genética mirados desde los modelos conceptual, estructura argumentativa y comportamiento discursivo. La autora aplicó un instrumento de 7 problemas relacionados con los modelos de herencia de Lamarck y de Mendel, le piden a 4 estudiantes que respondan estas preguntas para luego realizar un análisis del discurso y de los textos escritos como aporte para diseñar, monitorear y evaluar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el campo de la genética.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ¿Por qué desarrollar la argumentación en los estudiantes?

Una de las principales razones para enseñar a argumentar en ciencias, 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, mediados por el lenguaje. (Henaó, 2010). Se habla de implicación social porque es sabido que el aprendizaje se adquiere de acuerdo a las ideas previas que tenga el sujeto, a las interacciones históricas y culturales con que se enfrenta el aprendiz, al desarrollo de su conocimiento sujeto a la cultura, a la sociedad.

Lo anterior se complementa tomando como referente a Vygotsky quien habla en su teoría sobre el desarrollo del aprendizaje, que el contexto social está íntegramente relacionado con el desarrollo cognitivo del estudiante. Sánchez, González y García, (2013). Se adhieren a la teoría de Vygotsky diciendo que es el contexto, el que de alguna manera, interviene en la construcción de las estructuras mentales que el sujeto va a ir adquiriendo. De esta manera, la actividad cognitiva se ve influenciada por el entorno sociocultural, en dos ámbitos que de alguna forma tratan de explicar el porqué del contexto:

1) La interacción social proporciona al niño información y herramientas para desenvolverse en el mundo, esas herramientas son transmitidas por los demás miembros de la sociedad.

2) El contexto histórico sociocultural controla el proceso a través del cual los miembros de un grupo social acceden a unas herramientas u otras. El contexto sociocultural experimentado, proporciona al sujeto ciertas herramientas, de acuerdo a su edad y al nivel de estructuras mentales que este tenga; para que el niño vaya pasando de lo sencillo a lo complejo.

En el campo de las ciencias, en particular las ciencias naturales, a lo largo del tiempo su enseñanza se ha basado en “hacer énfasis fundamentalmente en los conceptos, el

contenido de la ciencia si se quiere” (Duschl, 1998), lo que Peter Fensham (1988) considera una perspectiva equivocada para el diseño de ambientes de aprendizaje de ciencias. Duschl (1998) plantea que el énfasis fundamental debería estar sobre el desarrollo de instrumentos, criterios, modelos y reglas que los estudiantes puedan usar para investigar, evaluar y especialmente valorar los enunciados científicos. De esta manera se busca que los estudiantes no aprendan de manera mecánica o memorística una definición o concepto, por el contrario, a partir de un conocimiento y el desarrollo de determinadas habilidades pueda aplicar lo aprendido, en situaciones del contexto y tenga la capacidad de juzgar o indagar acerca de cualquier afirmación, llevando a cabo sus propios procesos mentales y generando sus ideas o argumentos al respecto.

Lo anterior ha generado la necesidad de analizar los procesos que se llevan a cabo en el aula y a diseñar las estrategias adecuadas para el desarrollo de un proceso tan natural como lo es el aprendizaje, teniendo en cuenta, más allá de las teorías y estudios realizados, las maneras propias de aprender de cada estudiante y las habilidades a desarrollar de acuerdo a su contexto, la parte interesante de la ciencia a estudiar y las motivaciones para su indagación. Como lo menciona Antonia Candela en su libro *Ciencia en el Aula* (1999): “la educación de las ciencias puede ser divertida e interesante, siempre y cuando la dejemos ser”, donde además resalta la importancia de la argumentación, el discurso y el consenso, bajo una autonomía y fluidez que llevan al estudiante a desarrollar habilidades, realizar un aprendizaje a profundidad y sobre todo estar en la capacidad de discutir un tema o concepto en particular, con los argumentos apropiados, que entre otras cosas le brindará herramientas importantes para su cotidianidad y para aproximarse al conocimiento científico.

4.2. Enseñando a argumentar en ciencias

Un problema muy común que se presenta en las clases de ciencias, es que cuando se pide a los estudiantes que argumente su respuesta, no saben qué hacer, ni que responder ante esta pregunta, algunos incluso optan por callar ante semejante osadía que pide el profesor. Pero para enseñar a argumentar en ciencia no solamente debemos hablar de los estudiantes, el docente también juega un papel fundamental en este proceso. El profesor que no saber argumentar no

podrá enseñarlo, si no conoce como estructurar un argumento no podrá explicarlo en la clase de una manera correcta y hacer que sus estudiantes lo comprendan. Esta situación que se presenta en el proceso de enseñanza por parte del profesor que tiene dificultades para argumentar y el aprendizaje por parte del estudiante que se dificulta es muy común en las aulas colombianas. Frente a esta situación se hace necesario que los estudiantes y profesores tengan claro toda la estructura, todos los conceptos que giran alrededor de la argumentación científica, como por ejemplo el lenguaje, cada uno desde su posición en la escuela y el nivel de profundización que cada uno debe tener.

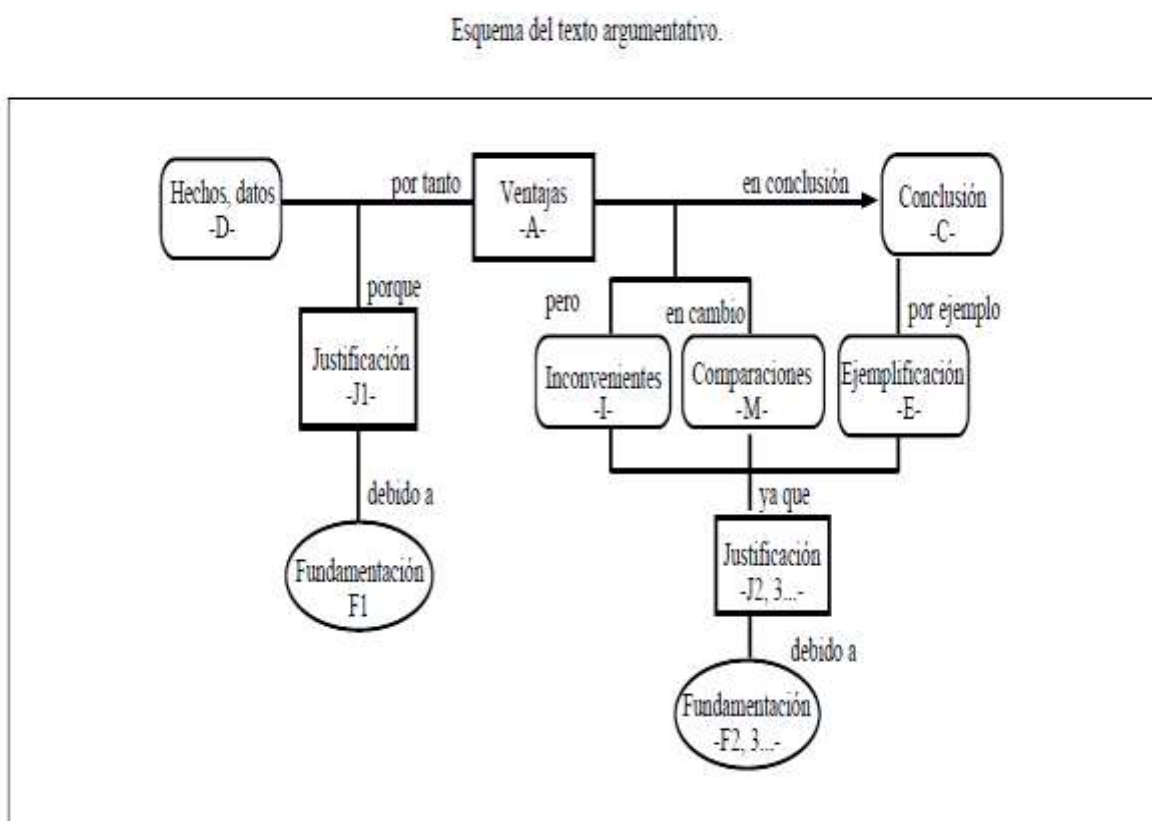
La escuela debe plantearse objetivos claros frente al aprendizaje de sus estudiantes y la capacidad de sus docentes, para mejorar el desempeño académico de los educandos y habilidades como la argumentación. Enseñar y aprender argumentación es indispensable para desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes, docentes y sociedad en general. Los objetivos que se quieren alcanzar con la enseñanza y el aprendizaje de la argumentación en ciencias según Driver y Newton (citados por Sardá y Sanmartí, 2000) son: Ayudar a desarrollar la comprensión de los conceptos científicos, la argumentación puede ofrecer una visión que entienda mejor la propia racionalidad de la ciencia, analizando su proceso de construcción, además que en una sociedad democrática es necesario formar un alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadanos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el rol del docente es fundamental para que los estudiantes alcancen el aprendizaje en ciencias a través del desarrollo de la habilidad argumentativa, ya que deben propiciar las herramientas, el espacio y situaciones adecuadas para que los estudiantes cuenten con todos los factores necesarios para ejecutar las relaciones y decisiones correctas en el momento de aplicar los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas en cualquier situación que se les presente, partiendo siempre de las bases del conocimiento científico, aproximado a su realidad.

Para enseñar a argumentar en ciencias es necesario realizar investigaciones con los estudiantes que permitan analizar el grado de argumentación que pueden tener y las fallas que

pueden estar presentando para construir un texto argumentativo. Existen métodos que ya se han puesto a prueba con estudiantes y que han arrojado información valiosa para determinar por qué los estudiantes no están argumentando en ciencias y en donde están cometiendo errores. Una de esas metodologías la proponen Sardá Y Sanmartí (2000), donde basadas en el modelo de Toulmin (1993) realizan un esquema que le permite darse cuenta de las dificultades que tienen los alumnos para elaborar textos argumentativos. A continuación se muestra el esquema y la explicación de cada uno de sus componentes.

Ilustración 1. Esquema del texto argumentativo según Sardá y Sanmartí (2000)



Fuente: Sardá y Sanmartí (2000).

Dato: Son los hechos y fenómenos que constituyen la afirmación sobre la cual se construye el texto argumentativo.

Justificación: Es la razón principal del texto que permite pasar de los datos a la conclusión.

Fundamentación: Es el conocimiento básico de carácter teórico necesario para aceptar la autoridad de la justificación.

Argumentación: Proponemos la distinción entre la justificación y la argumentación, entendiendo que en conjunto se trata de dar razones o argumentos, pero que la justificación sólo legitima la conexión entre la afirmación inicial y la conclusión. En cambio, estas razones se construyen de forma retórica con relación a otros aspectos que dan más fuerza y criterios para la validación del conjunto de la argumentación. Los tres tipos de argumentos o razones que hemos considerado que forman parte del texto argumentativo son la ventaja, el inconveniente y la comparación.

Ventaja: De hecho, es un comentario implícito que refuerza la tesis principal. Partimos de la suposición de que es el argumento más fácil de formular porque destaca los elementos positivos de la propia teoría

Inconveniente: Comentario implícito que señala las circunstancias de desventaja.

Comparación: En realidad, es una fusión de los dos anteriores, porque añade otra ventaja de la propia argumentación y cuestiona la validez de los otros.

Conclusión: Es el valor final que se quiere asumir a partir de la tesis inicial y según las condiciones que incluyen los diferentes argumentos.

Ejemplificación: Es la relación entre la ciencia y la vida cotidiana.

Este esquema fue diseñado con el fin de estudiar textos argumentativos, que permitiera analizar los escritos desde su contexto. El esquema está adaptado al contexto en el aula que se encontraban estas autoras. Sardá y Sanmartí (2000).

Este esquema puede ser utilizado en las aulas de clase de ciencias para organizar de una manera más detallada, cómo debe ser la estructura de un texto argumentativo, basado en el modelo de Toulmin.

De esta manera, para despertar el interés de los alumnos en el estudio de las ciencias deben involucrarse ciertos factores y afianzarse algunas competencias que le permitan al estudiante involucrarse con el pensamiento científico, y a través de sus experiencias y conocimientos previos pueda construir nuevas ideas en ciencias, confirmar o refutar una explicación, definición o teoría de un determinado suceso o fenómeno, de manera clara y acertada. Teniendo claro estos propósitos para la clase de ciencias, se hace necesario entrar en la discusión de cuáles son estas habilidades o competencias necesarias para preparar al estudiante a sumergirse en el mundo de la ciencia.

Como lo mencionan Pandiella, Macías y Quevedo (2013) un aspecto importante para colaborar con la formación científica de los estudiantes es el desarrollo de las habilidades cognitivas-lingüísticas para aprender y comunicar ciencias. Son habilidades cognitivas, ya que han de poner en práctica sistemas de razonamiento, y son lingüísticas porque han de saber escribir los distintos tipos de textos asociados. Así mismo Aragón-Méndez (2007) afirma que las habilidades cognitivas-lingüísticas están en la base de las operaciones que se producen constantemente en la actividad de aprendizaje, permiten estructurar el conocimiento adquirido y por tanto favorecen el aprendizaje significativo.

Así mismo, se considera fundamental desarrollar las competencias científicas y las competencias lingüísticas. De acuerdo a lo expuesto por el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, (PISA, 2006), una competencia científica se define como: "...la capacidad para utilizar el conocimiento científico, para identificar preguntas y obtener

conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de tomar decisiones sobre el mundo actual y los cambios que las actividades humanas producen en él...”.

Para dar respuesta a la pregunta inicial de este texto, se debe definir que es argumentación en ciencias, o lo que se nombra también como argumentación científica. La argumentación se puede definir como una capacidad, una habilidad cognitiva de generar redes de pensamientos que relacionándolos con el entorno se puede sacar conclusiones y que esas conclusiones las evalúa de acuerdo a las teorías científicas que se desprenden de la comunidad científica.

Ahora veamos la definición de este concepto según varios autores. En primer lugar Jiménez, Bugallo y Duschl (Citados por Jiménez y Díaz, 2003). Definen la argumentación cómo la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes. Otros como Ruiz, Tamayo, y Márquez (2013), que tomando como referentes a (Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Sanmartí, 2003; Sutton, 2003; Erduran et al., 2004; Márquez, 2005; Larrain, 2007; Henao y Stipcich, 2008) dicen que estos autores ven la argumentación desde una perspectiva funcional; es decir, como proceso social y dialógico de presentación de evidencias, afectado indiscutiblemente por los modelos mentales de los sujetos que se implican en los debates, por el contexto en el cual ellos se desenvuelven y por la finalidad que se persigue con la presentación y justificación de las evidencias.

Analizando lo expuesto por el filósofo de la Ciencia Wartofsky (1983), quien opina que “explicar algo es haber llegado a entenderlo de tal manera que uno sea idóneo de hacer que otro lo entienda”. Podemos deducir que mediante la explicación y de manera más completa la argumentación, se llevará al estudiante al entendimiento de un determinado concepto, teoría o ley, y más allá de eso a reconocer cómo lo puede aplicar en su vida, evidenciándolo en la capacidad que tenga para explicarlo o hacerlo entender a un par. Adicional a esto, la habilidad argumentativa para llevarse a cabo de manera ordenada y certera, involucra otras acciones, que permiten al estudiante relacionarse con el conocimiento científico desde su propia perspectiva o contexto y desarrollar habilidades útiles para él en diferentes áreas y situaciones, en otras

palabras: “es una manera de enfrentarse a una situación problemática, a una duda real, a una situación o problema para el que no hay una respuesta concluyente” (Pandiella, Macías y Quevedo, 2013).

Teniendo en cuenta que: “El texto argumentativo está orientado a convencer a los demás de que una de las explicaciones dadas es más válida que otras” (Sanmartí et al., 1999). El desarrollo de la argumentación, sea de manera oral o escrita, exige que el estudiante lleve a cabo algunas actividades, así, argumentar científicamente implica: categorizar lo planteado en el marco de una disciplina o teoría, identificar los hechos o las entidades, inferir posibles relaciones entre los hechos y otros deducidos a partir de analogías, leyes, modelos o teorías, seleccionar las relaciones más adecuadas y organizar éstas de forma coherente. (Pandiella, Macías y Quevedo, 2013). Analizando detalladamente este proceso, se basa en el trabajo autónomo del estudiante, siendo él quien decide la información que le es útil, la analiza y determina como emplearla en la solución de una situación específica, además le permite vincular esta nueva información con sus referentes o experiencias, pero además de esto debe justificar sus decisiones y evidenciar sus conclusiones, buscando que estas sean claras y entendibles por sus pares.

Como hemos observado hasta ahora la argumentación en ciencias se hace indispensable para que los estudiantes, puedan dar significado a lo que ven en las clases de ciencias, poder desarticular ese complejo y abstracto ejercicio y lograr verlo desde otro punto de vista, desde otra óptica. Que los estudiantes puedan debatir en las clases de ciencia sin ningún miedo y que con el profesor se genere una verdadera comunidad del aprendizaje de las ciencias en el aula.

Hemos estado hablando de argumentación desde diferentes puntos de vista de algunos autores, ahora siguiendo en la línea de la pregunta inicial, se hace necesario definir que es una competencia argumentativa, para así moldear el concepto de habilidad argumentativa que es nuestro objeto de estudio.

4.3. ¿Qué es la argumentación: una competencia o una habilidad?

En primer lugar, la competencia puede ser entendida como cantidad de habilidades que posee una persona para realizar cualquier tarea, sea en una organización o área específica. En el sector laboral se habla de que es competente aquel que con sus conocimientos y destrezas logra generar o producir productos o servicios de una manera eficiente y eficaz. Pero cuando hablamos de competencia en la escuela debemos referirnos a otro tipo de competencia, esta debe ser vista como la capacidad que tiene un sujeto de integrar sus conocimientos con su entorno, mostrando una actitud bien intencionada hacia las ciencias. Podemos definir este concepto también desde autores como Zabala y Arnau (citados por Ruiz, 2012) como la actuación de forma integrada movilizand o conocimientos, procedimientos y actitudes ante una situación problema, de forma que la situación sea resuelta con eficacia.

Pero, ¿Cuál es, entonces, la diferencia entre las habilidades y las competencias? Estas últimas, son consideradas por la unidad europea EURYDICE (2002) como la capacidad de actuar eficazmente en situaciones diversas, complejas e imprevisibles; se apoya en conocimientos, pero también en valores, habilidades y experiencias. Por su parte, Restrepo (2007) a las habilidades científicas, las denomina “Habilidades Investigativas”; asume dicho concepto como: “el grado de capacidad de un sujeto concreto frente a un objetivo determinado, en el momento en el que se ha alcanzado el objetivo propuesto en la habilidad; se considera que ésta se ha logrado a pesar de que este objetivo se haya conseguido de una forma poco depurada y económica”. Es decir, como se menciona anteriormente, las habilidades son la base para muchas de las estrategias de aprendizaje empleadas en el estudio de las ciencias, sin embargo son específicas a una actividad u objetivo, mientras que las capacidades, no solo abarcan un conjunto de habilidades, sino también de conocimientos, experiencias, destrezas entre otras, que conducen al estudiante a generar relaciones entre sus ideas previas y el conocimiento científico, a analizar la información brindada en las teorías, leyes, experiencias, experimentos, etc. emplear diferentes medios para la obtención, registro y análisis de la información y lo más importante generar conclusiones, basadas en las evidencias, ampliando sus saberes, desarrollando habilidades y acercándose no solo al conocimiento científico, sino también a la práctica científica, lo que con

seguridad permitirá un aprendizaje a profundidad y un interés por el estudio de las ciencias naturales.

Podemos definir entonces que una competencia argumentativa es una forma de actuar en la cual de forma integrada el estudiante utiliza sus conocimientos, para realizar actividades que le permitan resolver un problema en ciencias, mediante un procesos dialógico con sus compañeros y profesor, presentando evidencias que han sido relacionadas con sus modelos mentales de acuerdo a su contexto y con el fin de justificarlas para poder presentarlas.

Ahora que sabemos que es una competencia argumentativa, no podemos seguir hablando de este concepto sin nombrar la herramienta para que el argumento se dé y es el lenguaje. El lenguaje es una herramienta muy importante para producir ciencia y lo es más importante aún para la enseñanza y el aprendizaje. Sutton (citado por Ruiz, 2012), reconoce la importancia del lenguaje como mecanismo que permite a nuestros estudiantes comprender la actividad científica.

Es importante tener en cuenta que la argumentación es también una competencia lingüística, por tanto su estructuración debe seguir ciertas reglas o lineamientos, es allí donde se pueden reconocer las mayores dificultades de los estudiantes, por ejemplo: “expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia... diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos de manera coherente... distinguir entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano” (Sarda, Sanmartí, 2000).

Las anteriores son algunas de las dificultades identificadas en los estudiantes a la hora de realizar argumentación, claro está, que no solo se trata de la estructura lingüística de esta competencia, sino también de la claridad que tengan los estudiantes sobre un determinado concepto. Así, la unión de ambos aspectos le permitirá al estudiante desarrollar de manera acertada esta competencia y evidenciar su aprendizaje, teniendo claro al ámbito teórico a manejar y el alcance de las diferentes actividades y decisiones a llevar a cabo para alcanzar la competencia, esto teniendo en cuenta, además el lenguaje empleado, ya que no basta con dar una

explicación o justificación basada en las teorías o conceptos científicos, si se emplea un lenguaje coloquial y ambiguo, que puede distorsionar las ideas a exponer.

En otras palabras y según Lemke (1997), “se podría decir que muchos de los problemas de aprendizaje del alumnado se deben a un desconocimiento tanto del «patrón temático» como del «patrón estructural» propio del tipo de texto científico solicitado y de las interrelaciones entre ellos”. El patrón temático se puede entender como las diferentes formas que existen de decir lo mismo cuando se argumenta en el aula sobre un tema específico y se genera por la interacción entre el profesor y el estudiante acerca de un tema en diferentes clases o semestres. El patrón estructural es un punto de encuentro al que llegan docente y estudiante cuando quieren producir un texto argumentativo y se llega, digamos, a un acuerdo de cómo se debe escribir un texto argumentativo.

El lenguaje es utilizado en la argumentación como una plataforma donde el estudiante puede colocar el concepto que él quiere justificar con sus evidencias, para que sea entendido de una manera más fácil. En el docente el lenguaje es fundamental para que se produzca la transposición didáctica en el aula, en su argumento, el docente quiere persuadir al estudiante que lo que está informando es importante, pero requiere tener una habilidad lingüística, para que el educando pueda tomar ese discurso y transformarlo de acuerdo a sus modelos mentales en una habilidad argumentativa.

Tener habilidades lingüísticas en ciencias apoya a los estudiantes a realizar una argumentación científica, cumpliendo con uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias que es el que sus estudiantes argumenten teorías científicas con un lenguaje científico enmarcado en un contexto.

Incluir la capacidad de argumentación en los objetivos de la enseñanza de las ciencias significa, entre otras cosas: reconocer las complejas interacciones que tienen lugar en el aprendizaje, así como la contribución de las prácticas discursivas en la construcción del conocimiento científico; tener en cuenta que hacer ciencia es también proponer y discutir ideas, evaluar alternativas, elegir entre diferentes explicaciones y

ampliar la visión del aprendizaje de las ciencias. En resumen, puede decirse que su objetivo es la participación de las y los estudiantes en el discurso de las ciencias. (Jiménez y Díaz, 2003)

Para concluir, es importante desarrollar competencias argumentativas en los estudiantes, ya que cada uno de los objetivos de la ciencia es la producción de argumentos encaminados para lograr comprender fenómenos naturales, estos argumentos deben ser justificados, evidenciados para lograr construir explicaciones de la naturaleza y relacionarse con ellas. Por lo anterior, los estudiantes deben aprender a argumentar en ciencias, para que relacionen lo que ocurre a su alrededor con los conceptos aprendidos en la escuela y puedan comunicarlos utilizando un lenguaje científico.

4.4. La argumentación de las leyes de Mendel en el aula, por medio de unidades didácticas

Todo profesor debe diseñar un método para la enseñanza, se le da nombre de plan de aula o plan de clase, la importancia de este método es qué va a enseñar y como lo va a enseñar, es ahí donde el concepto de unidad didáctica toma importancia para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula. Cuando se habla del concepto de unidad didáctica se relacionan conceptos como objetivo, metodología, evaluación y retroalimentación, pero, la unidad didáctica va más allá de estos temas y se requiere profundizar en su diseño si se quiere que los estudiantes realmente alcancen un aprendizaje profundo de las ciencias, de que realmente haya una transposición didáctica en el aula, que se genere una verdadera ciencia escolar donde los estudiantes sean constructores de su propio conocimiento mediados por el docente.

“Una unidad didáctica se entiende, como un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico, para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada”. (Tamayo, Vasco, Suarez, Quiceno, Castro y Giraldo, 2010).

Cañal (2007), define la unidad didáctica como un conjunto de actividades estructuradas en función de una orientación didáctica determinada, de una estrategia de enseñanza y de unas modalidades de regulación específicas.

Podemos inferir, entonces, que la unidad didáctica es una planificación de qué y cómo voy a enseñar, por medio de un conjunto de actividades organizadas, secuencialmente relacionadas con los saberes específicos, que permite construir procesos de aprendizaje por parte de los estudiantes y que desarrollen modalidades de autorregulación. Es importante resaltar que el docente debe de tomar las decisiones que lo lleven a diseñar una unidad didáctica de acuerdo al contexto de los estudiantes, las motivaciones de estos y los recursos disponibles en el aula de clase, para poder que esta planificación se lleve a cabo de la mejor manera y que el estudiante alcance el aprendizaje que se espera.

En palabras de Sanmartí (2000), todo enseñante tiene que tomar decisiones al diseñar unidades didácticas. Por ello, proponemos distinguir entre distintos tipos de criterios utilizados, implícita o explícitamente, en dicha toma de decisiones. Distinguiremos entre:

- Criterios para la definición de finalidades/objetivos
- Criterios para la selección de contenidos
- Criterios para organizar y secuenciar los contenidos
- Criterios para la selección y secuenciación de actividades
- Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación
- Criterios para la organización y gestión del aula

Según esta autora estos criterios son lineales, sin embargo, es un proceso de muchas variables y tiene diferentes caminos o formas de ver o diseñar, no tiene que ser una camisa de fuerza, se debe abordar estos desde una perspectiva abierta y teniendo en cuenta el contexto, los recursos, motivaciones e incluso las características de cada grupo o clase.

En el proceso de desarrollar en los estudiantes la habilidad de argumentar en el campo de las leyes de Mendel, utilizando como complemento de enseñanza y aprendizaje la unidad didáctica, se debe tener en cuenta los estándares básicos de competencias en ciencias naturales que direcciona el ministerio de educación nacional de Colombia, como orientación para los objetivos y contenidos de la unidad didáctica. A continuación, se menciona los estándares de competencias en ciencias naturales que los estudiantes de grado noveno deben de saber y saber hacer en Colombia:

- Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.
- Identifico aplicaciones de algunos conocimientos sobre la herencia y la reproducción al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

El estudiante deberá tener un manejo de conocimientos propios del tema de genética para lograrlas competencias anteriores en:

- Reconoce la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.
- Establece relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares

Estos conocimientos que el estudiante debe de movilizar según los estándares básicos de competencias en ciencias naturales, los debe de abordar la unidad didáctica para la conceptualización en las leyes de Mendel del grado noveno, teniendo en cuenta los criterios para diseñarla, que anteriormente se mencionaron y buscar con esta que los estudiantes desarrollen la competencia para argumentar en la resolución de problemas en contexto en el campo de las leyes de Mendel.

4.5. Historia y epistemología de las leyes de Mendel

La primera evidencia de que los seres humanos comprendían los principios de la herencia y los aplicaban desde los primeros tiempos se encuentra en el cultivo de las plantas y domesticación de animales, que comenzó hace aproximadamente 10.000-12.000 años. (Pierce, 2010). Con la agricultura el hombre se dio cuenta de la capacidad de manipular las características físicas hereditarias de sus cultivos, llevándolos a ser los pioneros en el desarrollo de una ciencia como es la genética.

Hace unos 4000 mil años en Medio Oriente ya se usaban técnicas genéticas complejas. Los asirios y los babilonios desarrollaron varios cientos de variedades de palmeras datileras que diferían en el tamaño de la fruta, el color, el sabor y el tiempo de maduración. En el mismo período culturas de Asia, África y América desarrollaron otros cultivos y domesticaron diversos animales. (Pierce, 2010).

Una de las primeras teorías sobre la herencia fue propuesta por Hipócrates (460-377 a.C.) y hoy es conocida como “Pangénesis”. Esta teoría trataba de explicar cómo los niños heredaban características de sus progenitores. Sostenía que pequeños elementos representativos de todas partes del cuerpo paterno se concentraban en el semen y que estos elementos se transmiten a la prole en el momento de la concepción, para luego dar origen a las partes correspondientes en el embrión. En este momento se asociaba la pangénesis a la idea de la herencia de características adquiridas, según la cual los rasgos adquiridos por un individuo durante su vida se transmitía a la descendencia. (Mandarás, 2012).

El filósofo griego Aristóteles (384-322 a.c) estaba muy interesado en la herencia. Rechazaba tanto el concepto de pangénesis como el de la herencia de características adquiridas y señalaba que las personas a veces se parecen más a sus antepasados que a sus progenitores y que las características adquiridas, como las partes del cuerpo mutiladas no se transmiten. Creía que tanto los machos como las hembras contribuían con la descendencia y que había una controversia entre el aporte de ambos sexos. (Pierce, 2010).

Para Aristóteles lo que se hereda no son los rasgos en sí mismos, sino la potencialidad de producirlos. Estas explicaciones se asemejan extraordinariamente a la idea de gen que actualmente tenemos, pero en su tiempo fue una propuesta revolucionaria a la que no se le dio toda la importancia que requería. Novo (citado por Mandarás, 2012).

Después de Aristóteles pasaría más de un milenio para que aparecieran nuevos aportes al concepto de herencia y es debido a los avances que para la época se produjeron, mejorando los lentes de los primeros microscopios para observar más de cerca el mundo micro. Los fabricantes de lentes holandeses comenzaron a armar microscopios simples hacia finales del siglo XVI. Esto permitió que Robert Hooke (1635-1703) descubriera las células en 1665. (Pierce, 2010).

Hacia mediados del siglo XVII Anton van Leeuwenhoek, un comerciante de telas holandés sin ninguna preparación científica, utilizando microscopios simples de fabricación propia describió protozoos, bacterias, glóbulos rojos y en 1677 menciona por primera vez los espermatozoides en una carta enviada a la Royal Society, en la que habla de animáculos muy numerosos en el esperma. Portes (citado por Mandarás, 2012).

El preformismo fue una idea que se mantuvo muchos años entre los científicos del siglo XVII, ellos creían que los seres humanos estaban formados dentro del esperma y los óvulos desde el inicio de la creación del mundo. En esta época era aceptada la teoría del Preformacionismo o preformista para explicar la herencia. Esta teoría sostenía que el desarrollo del embrión no es más que el crecimiento de un organismo que ya estaba preformado, según la misma teoría todas las generaciones de la humanidad se encontraban preformadas, unas dentro de otras, como una sucesión infinita de muñecas rusas. El nombre de Homúnculo se la daba al diminuto organismo, proviene del latín homunculus y significa 'hombrecillo'. (Mandarás, 2012).

Los animalculistas sostenían que dentro de cada espermatozoide humano había una criatura diminuta, un homúnculo u hombrecito que era un futuro ser humano en miniatura. Los avistas, por el contrario, decían que era el óvulo femenino el que contenía el futuro ser humano en miniatura. (Curtis, 2008).

A mediados del siglo XIX la hipótesis más aceptada fue la de la herencia mezcladora, que sostenía que cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario, de manera semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis podría predecirse que la progenie de un animal negro y uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro una vez mezclado, nunca podría volver a separarse. Pero este concepto no podía explicar por qué las características saltan de una generación, o aun varias generaciones, y luego reaparecen en algunos descendientes. (Curtis, 2008).

4.6. El aporte importantísimo de Mendel

En el siglo XVII se realizaron diferentes experimentos mucho más juiciosos y rigurosos para determinar el cruzamiento artificial de plantas de diferentes especies. Uno de los naturalistas que realizaban este tipo de experimentos era Mendel, quien con su trabajo científico más adelante se pudo dar respuestas a muchos interrogantes sobre la herencia.

Gregor Mendel (1822-1884), monje austríaco quien fue el que descubrió los principios de la herencia mediante el cruzamiento de diferentes variedades de plantas de guisantes al analizar el patrón de transmisión de los rasgos en las generaciones siguientes. (Pierce, 2010)

Mendel contribuyó a demostrar que las características heredadas se encuentran en unidades discretas, que se redistribuyen en cada generación. Estas unidades discretas, que Mendel llamó elemento, podrían considerarse el equivalente de las que en la actualidad conocemos como genes. (Curtis, 2008).

Mendel realizó cruzamientos experimentales y encontró que, en cada caso, en la primera generación, todos los miembros de la progenie mostraban sólo una de las dos variantes alternativas; la otra variante desaparecía por completo. A las variantes que aparecían en la primera generación las llamó dominantes. Al permitir que las plantas de la primera generación se

autopolinizaran la variante que había desaparecido en la primera generación reapareció en la segunda generación a estas variantes que reaparecen las llamó recesivas. (Curtis, 2008).

Mendel comprobó que las variantes dominantes y recesivas aparecen en la segunda generación, en una relación aproximada de 3:1. Al parecer Mendel al querer contestar la pregunta de por qué desaparecen las variables recesivas y luego aparecen con esa proporción constante de 3:1 fue cuando realizó su mayor contribución.

Hoy sabemos que las características hereditarias están determinadas por factores discretos que pueden separarse uno del otro; Estos factores están en las plantas de la primera generación, en pares: un miembro de cada par sería heredado del progenitor masculino y el otro, del femenino. Los factores apareados en la primera generación, se separa de nuevo cuando las plantas de la primera generación maduras producen células sexuales. Los gametos pueden ser de dos tipos y cada uno de ellos tiene un miembro de cada par de factores. Esto condujo a formular lo que hoy se conoce como “**primera ley de Mendel**” o **principio de segregación**:

Cada individuo lleva un par de factores hereditarios para cada característica. Los miembros del par se separan o segregan durante la formación de los gametos. (Curtis, 2008).

4.7. Principio de distribución independiente

En una segunda serie de experimentos, Mendel cruzó plantas de guisantes que diferían en dos características; por ejemplo, una planta progenitora que producía semillas redondas y amarillas con otra que daba semillas rugosas y verdes. Las variantes semilla redonda y amarilla, son dominantes y las variantes semilla rugosa y verde son recesivas.

Todas las semillas producidas en este cruzamiento fueron redondas y amarillas. Cuando Mendel sembró las semillas de la primera generación, y las plantas resultantes se autopolinizaron, obtuvo 556 semillas, de las cuales 315 mostraban las dos variantes dominantes

(redonda y amarilla) pero solo 32 presentaban variantes recesivas (verde y rugosa). Todas las semillas restantes fueron distintas de los progenitores. Habían aparecido nuevas combinaciones, la forma y el color de las semillas ahora se comportan como si fueran enteramente independientes unos de otros (el color amarillo ahora aparecería en semillas rugosas y el color verde en semillas redondas). Esto condujo a formular lo que hoy se denomina “**Segunda ley de Mendel**” o **principio de distribución independiente**:

Durante la formación de los gametos, cada par de alelos segrega independientemente de los otros pares. En otras palabras, los factores hereditarios para cada característica se distribuyen en forma independiente el uno del otro. (Curtis, 2008).

4.8. Modelos explicativos de las leyes de Mendel

En el campo de la herencia y el mecanismo que se utiliza para explicar cómo ocurre, como lo son las leyes de Mendel, se encuentran diferentes modelos explicativos a lo largo de la historia, desde el concepto de caracteres adquiridos hasta el concepto mendeliano. A continuación se muestra los diferentes modelos explicativos que surgieron tratando de dar respuesta a las leyes de la herencia:

Tabla 1. Modelos explicativos de la herencia.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
Herencia mezcladora	De acuerdo con este concepto, cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que da por resultado una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, se podría predecir que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo.

Herencia de caracteres adquiridos	Con dependencia de las exigencias del ambiente y debido a su uso o su desuso, los órganos en los seres vivos se hacen más fuertes o más débiles, más o menos importantes, y estos cambios adquiridos durante la vida de los individuos se transmiten de los padres a la progenie. Como ejemplo de esta teoría se tiene el cambio del cuello de las jirafas.
Mendeliano	Las características heredadas se llevan en unidades aisladas que se reparten por separado –se redistribuyen– en cada generación. Estas unidades aisladas, que Mendel llamó elemento, son las que hoy conocemos como genes.
Popular	Se basa en los conocimientos y apreciaciones adquiridos de experiencias y observaciones del entorno, pero no cuenta con respaldo científico. Ejemplo de esto es que los caracteres se heredan a través de la sangre, o que los hijos son más parecidos al padre porque tiene genes más fuertes.

Fuente: elaboración propia

5. METODOLOGÍA

El proyecto se llevó a cabo en tres fases que buscan alcanzar los objetivos trazados. Primero, se partió de la identificación de los modelos explicativos en los que los estudiantes se basan para construir sus respuestas cuando se les presentan situaciones problema relacionadas con las leyes de Mendel; a partir de esta información se diseña la unidad didáctica, que posteriormente será aplicada. Finalmente se evalúan y analizan los resultados obtenidos, determinando si se desarrolla o no la argumentación en los estudiantes.

5.1. Tipo de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo – descriptivo y tiene como propósito central analizar, comparar y evaluar si los estudiantes de grado noveno desarrollan la argumentación en ciencias, cuando se les presentan situaciones problema relacionadas con las leyes de Mendel.

5.2. Definición de la población

La población que se utiliza como objeto de estudio en esta investigación, son los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Aguaclara, ubicada en el corregimiento del mismo nombre, que conforma el sistema rural plano del municipio de Tuluá, Valle del Cauca, pertenecientes a los estratos 1, 2 y 3. El tamaño de la población es de 28 estudiantes de los cuales 8 son mujeres y 20 son hombres. Además de su bajo nivel económico, esta población se caracteriza por pertenecer en su mayoría a núcleos familiares disfuncionales, ambos factores influyen, en casi todos los casos, en la actitud y comportamiento frente al proceso de formación académica de los estudiantes al interior del aula de clase.

5.3. Unidad de trabajo

La investigación se realizó con 28 estudiantes que pertenecen al grado 9-4 de la Institución Educativa Aguaclara, sede central, municipio de Tuluá, Valle del Cauca. Los educandos presentan un rango de edad entre los 14 y 18 años.

5.4. Unidad de análisis

El desarrollo de la investigación está centrado en la argumentación y como subcategorías: estructura, anatomía y fisiología de los textos, además de las leyes de Mendel.

5.5. Instrumento para la recolección de la información

Se diseñó un instrumento para la identificación de los modelos explicativos que presentan los estudiantes respecto a las leyes de Mendel, que consiste en presentar situaciones problema contextuales, con los que los estudiantes podrían relacionar sus conocimientos y experiencias a la hora de resolver 7 preguntas dadas. A partir de sus respuestas y los modelos explicativos identificados, se diseñó la unidad didáctica que más allá de buscar una evolución conceptual respecto a las leyes de Mendel, está dirigida a desarrollar la competencia argumentativa en los estudiantes, como una herramienta que permite el manejo del conocimiento y de diferentes procesos mentales.

Esta unidad didáctica, se desarrolló después de explicar a los estudiantes como argumentar en ciencias, basados en el esquema adaptado por Sardá y Sanmartí. Se destinan algunas clases previas para explicar las características de un texto argumentativo, su estructura, anatomía y fisiología, se presentan ejemplos, se construyen textos identificando cada característica del mismo y su coherencia. De esta manera los estudiantes se apropian del concepto de argumentación y de su aplicación.

Se dio continuidad a la unidad didáctica con la historia y la epistemología de la herencia, analizando los aportes dados por diferentes científicos a lo largo de la historia, a través

de presentaciones, videos y clases explicativas-participativas. Como producto de esta fase los estudiantes debían expresar cual teoría consideran la más acertada, teniendo en cuenta que aún no tienen conocimiento de las leyes de Mendel, a partir de esta instrucción y la información previa los estudiantes debían argumentar el porqué de su respuesta. En este punto se determinó la calidad de los textos argumentativos iniciales, que son el referente para determinar el avance de los estudiantes finalizada la aplicación de la unidad didáctica.

En las actividades siguientes se expusieron los estudios realizados por Gregorio Mendel, las leyes y su aplicación a situaciones del contexto, para cada clase se emplearon presentaciones, videos y lecturas, además de la explicación del docente donde los estudiantes se involucraron de manera activa, el uso de ejemplos de la vida cotidiana y situaciones que los estudiantes conocen.

Como actividad de cierre y evaluación de la unidad didáctica se realizó un juego donde a partir de situaciones presentadas los estudiantes deben realizar un análisis, cuadros de Punnett, probabilidades y dar respuesta a la pregunta dada, argumentando la misma. Estas respuestas son analizadas y discutidas entre todos los estudiantes y docente. De acuerdo a la respuesta dada y el tiempo en la entrega de la misma, en cada ronda se fueron eliminando 7, 7, 7, 5 y 1 estudiantes respectivamente y a medida que avanza el juego se hacen más complejas las situaciones, finalmente solo queda un estudiante ganador. Las respuestas a cada pregunta son el insumo para determinar el nivel de avance en la argumentación en el campo de las leyes de Mendel, comparando con los textos argumentativos inicialmente realizados por los estudiantes.

En cada clase y actividad se retomaron las características de los textos argumentativos, de manera progresiva y algunos conceptos sobre herencia que los estudiantes deben manejar previo a la temática tratada.

Finalmente, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se analizó, sistematizó y trianguló la información para obtener las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

5.6. Diseño y etapas de la investigación

Tabla 1. *Etapas de la investigación (descripción y actividades)*

ETAPA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
DIAGNÓSTICO	<p>Identificar los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto científico de la herencia mendeliana, utilizando un instrumento para obtener la información, que luego será sistematizada y analizada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar la población (grupo específico) con la que se desarrollará el proyecto. ▪ Los estudiantes deberán responder las preguntas planteadas para la indagación de las ideas previas. ▪ Identificar y caracterizar los modelos explicativos presentados por los estudiantes a partir del instrumento de ideas previas aplicado. ▪ Sistematizar la información recolectada.
DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNIDAD DIDÁCTICA	<p>Diseñar una unidad didáctica que permita adquirir por parte de los estudiantes la habilidad argumentativa resolviendo situaciones problemas contextuales en el campo de las leyes de Mendel.</p> <p>Implementación en el aula de clase de la unidad didáctica diseñada para el aprendizaje en profundidad del conocimiento científico y el desarrollo de las habilidades necesarias para la solución de situaciones y/o problemas de</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar análisis de la información recolectada en la fase de diagnóstico ▪ Diseñar una unidad didáctica que conduzcan a los estudiantes a mejorar su habilidad de argumentación en el tema de las leyes de Mendel, de acuerdo a los modelos explicativos identificados. ▪ Disposición de material, implementos y espacios necesarios para la ejecución de la unidad didáctica diseñada. ▪ Aplicación de la unidad didáctica diseñada. ▪ Valoración de la estructura, anatomía y fisiología de los argumentos elaborados por los estudiantes inicialmente. ▪ Ajustes a la unidad didáctica.

	las leyes de Mendel.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registro del desarrollo del proyecto.
--	----------------------	---

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. *Etapas de la investigación (descripción y actividades)*

RETROALIMENTACIÓN	<p>Evaluar la evolución en la producción de un texto argumentativo en el concepto de herencia mendeliana alcanzados por los estudiantes del grado noveno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar la habilidad de argumentación en la solución de situaciones problema sobre las leyes de Mendel de los estudiantes de grado noveno, después de la aplicación de la unidad didáctica. ▪ Comparar la calidad de los textos argumentativos antes y después del desarrollo de la unidad didáctica. ▪ Realizar una retroalimentación a los estudiantes para que expongan su experiencia con la estrategia empleada. ▪ Evaluar la efectividad de la unidad didáctica diseñada, identificando fortalezas y aspectos por mejorar. ▪ Análisis y conclusiones de los resultados
--------------------------	---	--

del proyecto.

Fuente: elaboración propia

5.7. Unidad didáctica

La unidad didáctica diseñada sigue la metodología antes expuesta y se desarrolla en un tiempo de 4 semanas, teniendo en cuenta que previo a su aplicación se llevaron a cabo dos clases para trabajar la argumentación y su aplicación. Además de esto, cabe anotar que para el desarrollo de la unidad didáctica se abordaron las siguientes dimensiones, tomando como referencia a Tamayo et al. (2010):

1. Ideas previas
2. Historia y epistemología de la ciencia
3. Múltiples modos semióticos y TIC
4. Evolución conceptual

Se identificó la necesidad de abordar todas las dimensiones ya que a partir del empleo de diferentes estrategias de enseñanza, se garantiza al diverso alumnado el alcance o aproximación al conocimiento científico, además del logro de los objetivos propuestos, un aprendizaje a profundidad, aplicable al contexto y que además el proceso en sí promueva el interés y motivación de los estudiantes por el estudio de las ciencias.

Como se mencionó anteriormente el tiempo definido para el desarrollo de la unidad didáctica es de 4 semanas, con una intensidad semanal de 4 horas, sin embargo, se adiciona el tiempo de trabajo autónomo en casa de tipo individual o en equipos de trabajo.

5.8. Objetivos

1. Identificar los modelos explicativos que tienen los estudiantes sobre las leyes de Mendel y su estado inicial de argumentación.
2. Desarrollar en los estudiantes la competencia argumentativa a través de diferentes estrategias en el estudio de las leyes de Mendel.
3. Evaluar la calidad de los textos argumentativos elaborados por los estudiantes en el estudio de las leyes de Mendel y determinar su avance.

5.9. Fases de la unidad didáctica

Tabla 3. Fases de la unidad didáctica

FASE DE DIAGNÓSTICO		
OBJETIVO: Identificar los modelos explicativos y el nivel de argumentación inicial de los estudiantes sobre el tema de genética.		
DIMENSIÓN: Múltiples modos semióticos y TIC, Historia y epistemología de la ciencia.		
ACTIVIDADES	INSTRUMENTO	TIEMPO
De manera individual los estudiantes analizan 7 situaciones problema del campo de la genética, dando solución a las preguntas planteadas	Guía de trabajo donde se describen las 7 situaciones con sus respectivas preguntas. Ver anexo 1	1 HORA DE CLASE

Los estudiantes observan presentación animada sobre los estudios científicos de herencia que antecedieron a Mendel. Participan activamente en la clase explicativa. Como producto deben construir un cuadro comparativo, con mínimo dos criterios y escoger la teoría que consideran más acertada, justificando su elección; posteriormente intercambian su respuesta con un compañero comentando su argumento, explicando si está de acuerdo o no y porqué.

Guía de trabajo con información básica sobre las diferentes teorías y los científicos que las exponen. Ver Anexo 2.

3 HORAS
DE
CLASE

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Fase de diseño y aplicación de la unidad didáctica

FASE DE DISEÑO Y APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA		
OBJETIVO: Desarrollar la competencia argumentativa en los estudiantes a través de diferentes estrategias en el estudio de la genética		
DIMENSIÓN: Múltiples modos semióticos y TIC, Evolución conceptual		
ACTIVIDADES	INSTRUMENTO	TIEMPO

<p>Se retoman conceptos básicos de genética como gen, cromosoma, alelo, dominancia y recesividad, a través de una presentación animada donde los estudiantes participan dando sus respuestas a actividades interactivas, se realiza explicación empleando algunos cruces básicos, seguidamente los estudiantes deben dar solución de manera individual a algunas situaciones presentadas y finalmente se realiza una retroalimentación.</p>	<p>Conceptos de gen, cromosoma, alelo y situaciones problema contextuales. Anexo 3.</p>	<p>4 HORAS DE CLASE</p>
<p>Los estudiantes observan video explicativo sobre fenotipo, genotipo y las leyes de Mendel, así mismo participan activamente en clase, se realizan cruces ejemplificando las leyes de Mendel, empleando los cuadros de Punnett y dan solución a situaciones problema, contextuales. Se realiza discusión y retroalimentación.</p>	<p>Lecturas y taller aplicativo. Anexo 4</p>	<p>4 HORAS DE CLASE</p>
<p>EVALUACIÓN</p>		
<p>OBJETIVO: Evaluar la calidad de los textos argumentativos construidos por los estudiantes en el estudio de las leyes de Mendel.</p>		
<p>DIMENSIÓN: Evolución conceptual, metacognición, Evaluación y retroalimentación</p>		
<p>ACTIVIDADES</p>	<p>INSTRUMENTO</p>	<p>TIEMPO</p>
<p>Concurso donde los estudiantes deben dar solución a situaciones problema y una pregunta específica sobre la misma, construyendo un texto argumentativo y fundamentando su respuesta en las leyes de Mendel y los cuadros de Punnett. Los estudiantes que no den la respuesta correcta o</p>	<p>Situaciones problema contextuales y preguntas. Anexo 5</p>	<p>4 HORAS DE CLASE</p>

tarden más tiempo en darla serán eliminados en cada ronda, hasta quedar solo un estudiante.

Fuente: elaboración propia

5.10. Análisis de la información

El análisis de la información obtenida en el desarrollo del proyecto se llevó a cabo en tres momentos:

1. Instrumento de identificación de modelos explicativos: A partir de los resultados obtenidos en la aplicación de este instrumento se identificaron los modelos explicativos que presentan los estudiantes frente a las leyes de Mendel, para el posterior diseño de la unidad didáctica.
2. Actividad 1 Diagnóstico: a través de esta actividad se identificó la calidad de los textos argumentativos construidos por los estudiantes, antes del desarrollo de la unidad didáctica. Cabe aclarar que, previo al desarrollo del proyecto de investigación, se trabajó con el grupo de estudiantes objeto de estudio la argumentación de acuerdo al esquema adaptado por Sardá y Sanmartí, explicando los componentes de los textos argumentativos, como se construyen y como se iban a evaluar en la clase de ciencias naturales.
3. Actividad final Evaluación: en esta actividad a través de un juego se buscó evaluar el progreso de los estudiantes en la construcción de los textos argumentativos de acuerdo a lo manejado en la unidad didáctica. Evaluando su calidad y validez y comparándolos con los resultados analizados en la actividad 1. De esta manera se pudo determinar si hay o no desarrollo de la habilidad argumentativa después de la aplicación de la unidad didáctica diseñada.

5.11. Instrumento de identificación de modelos explicativos

A partir de la revisión histórica y epistemológica del concepto de herencia, estrechamente relacionado con las leyes de Mendel y de la aplicación del instrumento para la identificación de los modelos explicativos (Ver Anexo 1) presentados por los estudiantes. Clasificando sus respuestas en el modelo al que más se aproximan, como se muestra a continuación, indicando además ejemplos de las respuestas y la frecuencia con que estas se presentan, para realizar su posterior análisis. Se aclara que para el desarrollo de esta actividad se contó con la participación de 26 estudiantes, ya que los 2 restantes no asistieron a la jornada académica.

Tabla 5. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.

EJEMPLOS Y FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS				
PREGUNTA	HERENCIA			
	HERENCIA MEZCLADORA	DE CARACTERES ADQUIRIDOS	MEDELIAN O	POPULAR
A Juana le detectaron una enfermedad. Los médicos le preguntaron si en su familia había alguien que sufriera de la enfermedad. ¿Por qué los		EJEMPLO: <i>Puede ser que la mama de Juana o algún familiar se contagiaron de la enfermedad y se la heredaron a Juana.</i>	EJEMPLO: <i>Porque hay muchas enfermedades hereditarias, es decir que se pueden transmitir en</i>	EJEMPLO: <i>Porque casi siempre esas enfermedades se heredan.</i> FRECUENCIA: de 21 en

médicos	FRECUENCIA:	generación, por
preguntaron si	3	medio del ADN.
algún familiar de	FRECUENCIA:	
Juana tenía la	2	
enfermedad?		

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.

EJEMPLOS Y FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS				
PREGUNTA	HERENCIA			
	HERENCIA MEZCLADORA	DE CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO	POPULAR
El año pasado mi mamá compró una pareja de conejos, un macho negro y una hembra blanca. Tuvieron 4 conejitos negros. Pensamos que todos iban a nacer grises. ¿Por qué crees que nacieron de ese color? Explica tu respuesta			EJEMPLO: Esto sucedió debido a que había un gen dominante el cual fue el del conejo negro que predomino más que el de la madre.	EJEMPLO: Porque los genes del macho son más fuertes que el de la hembra. FRECUENCIA : 24 FRECUENCIA: 2

De acuerdo con la pregunta anterior analiza y responde: a. Todos nacieron negros porque la hembra permaneció dentro de su “casa” todo el tiempo de gestación. b. La distribución de colores está dada por los sexos, es decir, todos son negros y machos como el papá. c. En la primera generación todos los hijos nacen con las características de uno de los padres con características dominantes. Explica tu respuesta

EJEMPLO: Los genes del macho fueron más dominantes que el de la hembra por lo cual salieron del mismo color del papá, pero distintos genes. EJEMPLO: Porque ellos nacieron negros por el papá. Porque los hijos salen al azar a uno de los padres.

FRECUENCIA

FRECUENCIA: : 16

10

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.

PREGUNTA

EJEMPLOS Y FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS

	HERENCIA MEZCLADORA	HERENCIA DE CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO	POPULAR
<p>Teniendo en cuenta la pregunta anterior ¿Crees que esto sucede en todos los animales? Explica tu respuesta</p>	<p>EJEMPLO: En algunos animales, porque según como sean los padres a veces salen combinados</p> <p>FRECUENCIA: 2</p>		<p>EJEMPLO: Todo depende de los genes de cada animal.</p> <p>FRECUENCIA: 4</p>	<p>EJEMPLO: No, porque todos tienen diferentes tipos de sangre.</p> <p>FRECUENCIA: 20</p>
<p>Las personas con albinismo tienen la piel y el cabello blanco y ojos de color claro. Esto es debido a que sus cuerpos no producen algo llamado melanina, un pigmento que da color a estas partes de nuestro cuerpo. ¿Crees que el albinismo es una enfermedad hereditaria? Explica tu respuesta</p>		<p>EJEMPLO: De pronto a los papas le dio la enfermedad y se la heredan a los hijos</p> <p>FRECUENCIA: 2</p>	<p>EJEMPLO: Puede ser heredada por los ancestros o familiares</p> <p>FRECUENCIA: 6</p>	<p>EJEMPLO: Pues si porque a veces los hijos salen idénticos a los padres.</p> <p>FRECUENCIA: 18</p>

<p>Una madre de alquiler de raza blanca se presta a gestar al hijo de una pareja de color. ¿Crees que el hijo será blanco, negro o mulato? Explica tu respuesta</p>	<p>EJEMPLO: <i>Mulato porque se juntan los genes y hacen una combinación.</i></p>	<p>EJEMPLO: <i>Depende del gen dominante.</i></p>	<p>EJEMPLO: <i>Depende de la fuerza de los genes.</i></p>
	<p>FRECUENCIA: 10</p>	<p>FRECUENCIA: 12</p>	<p>FRECUENCIA: : 4</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo explicativo.

EJEMPLOS Y FRECUENCIA DE LAS RESPUESTAS				
PREGUNTA	HERENCIA			
	HERENCIA MEZCLADORA	DE CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIAN O	POPULAR
<p>Carlos tuvo dos hijos con su primera esposa Ximena (niño y niña), años después tuvo un hijo (niño) con su segunda esposa Ángela. Los tres hijos de Carlos son muy</p>			<p>EJEMPLO: <i>Esto se puede deber a que posee características dominantes, lo que causa el extremado parecido de sus</i></p>	<p>EJEMPLO: <i>Porque el ADN de Carlos es mayor al de las esposas y por eso se parecen a él.</i></p>

parecidos a él. ¿A qué crees que se debe que los tres hijos de Carlos se parezcan tanto a él y no a sus esposas? Explica tu respuesta			<i>hijos a él.</i>	FRECUENCIA
				: 24
			FRECUENCIA:	
			2	
TOTAL	12	5	38	127

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con las tablas anteriores el modelo explicativo en el que se basan los estudiantes para dar solución a las situaciones presentadas es el popular, es decir, se fundamentan en los conocimientos y apreciaciones adquiridos de experiencias y observaciones de su entorno, sin un respaldo científico. La mayoría de sus respuestas se encaminan a explicaciones que han escuchado en su entorno próximo a situaciones similares relacionadas con la herencia, como, por ejemplo, que el ADN del hombre es más fuerte o que la transmisión de información genética está estrechamente ligada con la sangre. Estas respuestas pueden ser consecuencia de obstáculos ontológicos, ya que, como lo afirman Tamayo y Sanmartí (2002), se derivan de concepciones transmitidas o inducidas, ya sea en su entorno o que han sido reforzadas en la escuela. Es posible entonces, que por esta razón el siguiente modelo con mayor número de respuestas es el mendeliano, lo que indica que algunos estudiantes si presentan concepciones similares a las expuestas por Gregorio Mendel, como por ejemplo, hacen mención a los genes, dominancia y recesividad; esta situación posiblemente se deba a información previa que recibieron sea en medios de comunicación (artículos, documentales, etc.) o en su formación académica. Finalmente y con menor frecuencia aparecen los modelos de caracteres adquiridos y herencia mezcladora. Lo anterior nos da a conocer los modelos explicativos de los estudiantes frente a la herencia y más específicamente a las leyes de Mendel, punto de partida para el diseño de la unidad didáctica.

5.12. Análisis de los textos argumentativos

El análisis y triangulación de la información obtenida a través del desarrollo de la unidad didáctica, se realiza a partir del esquema adaptado por Sardá y Sanmartí, en el que se evalúan tres categorías de los textos argumentativos: la estructura, la anatomía y la fisiología; cada una con varias subcategorías que permiten definir la calidad del texto. Como se mencionó anteriormente este análisis se realiza en la actividad 1 donde los estudiantes tras estudiar las teorías expuestas sobre la herencia, previas a los estudios de Mendel, eligen la teoría que consideran explica mejor como se transmite la información de una generación a otra y argumentan su elección, teniendo en cuenta que la mayoría no tienen conocimiento sobre los estudios posteriores sobre herencia. En el desarrollo de la unidad didáctica se trabaja de manera progresiva los componentes de los textos argumentativos, de acuerdo al modelo de Sardá y Sanmartí, utilizando como pretexto el estudio de las leyes de Mendel; finalmente como actividad de cierre se realiza la evaluación a través de un juego o concurso, los estudiantes deben dar solución a diferentes situaciones problema contextuales, dando una respuesta amplia (texto argumentativo) a un interrogante presentado, el concurso se lleva a cabo en diferentes fases con diferente nivel de complejidad de las situaciones y en cada fase se “eliminan” los estudiantes cuya respuesta es incorrecta o que su argumentación no es completa, hasta llegar a dos finalistas que definen el ganador del juego.

Estos dos análisis son comparados y permiten determinar la evolución tanto en el manejo de las leyes de Mendel como en la construcción de textos argumentativos, de esta manera se puede relacionar el aprendizaje con el desarrollo de la competencia argumentativa.

5.12.1. Análisis inicial

El siguiente análisis se realizó de los textos construidos por los estudiantes, donde después de conocer las diferentes teorías sobre la herencia que precedieron a los estudios de Gregorio Mendel, debían escoger la teoría que mejor explicara la herencia genética, argumentando el porqué de su respuesta. Es válido aclarar que en los ejemplos mostrados se indican los componentes del texto argumentativo de acuerdo a como los estudiantes lo señalaron y

posteriormente se realiza el respectivo análisis. Se recuerda que los aspectos a analizar de acuerdo a la estructura de Sardá y Sanmartí son:

Tabla 9. Aspectos a analizar de acuerdo a la estructura de Sardá y Sanmartí

TEXTOS ARGUMENTATIVOS		
ESTRUCTURA	ANATOMÍA	FISIOLOGÍA
Dato, hecho	Validez formal	Concordancia entre los hechos y la conclusión
Justificación		Aceptabilidad de la justificación principal
Fundamentación	Secuencia textual	Relevancia de la ventaja
Ventaja		Relevancia del inconveniente
Inconveniente		Relevancia de la comparación
Comparación	Conectores	Ejemplificación
Ejemplificación		
Conclusión		

Fuente: elaboración propia

5.12.2. Anatomía del texto.

Validez formal.

De los textos inicialmente construidos por los estudiantes, ninguno presenta una estructura completa, es decir, ninguno tiene validez formal. Las partes que todos los estudiantes incorporaron fueron el dato y la justificación, la mayoría presentó además una fundamentación y algunos tuvieron en cuenta la ejemplificación o la comparación, como se muestra a continuación:

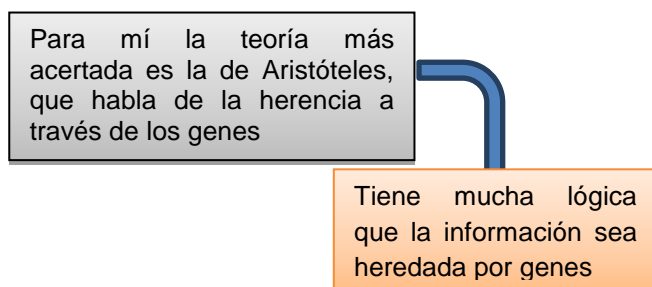
Tabla 10. Estructura de los textos argumentativos iniciales.

ESQUEMA DE LOS TEXTOS ARGUMENTATIVOS REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES	NÚMERO DE ESTUDIANTES
Dato – justificación – comparación	2
Dato – justificación – fundamentación	16
Dato – justificación	8
Dato – justificación – ejemplificación	2

Fuente: elaboración propia

Además de lo anterior se resalta que algunos de los componentes de los textos no tienen congruencia (como se muestra en la figura 2); es decir, la justificación realmente no justifica el dato presentado, el ejemplo no corresponde al dato o la fundamentación no es válida para la justificación dada, son frases relacionadas con la situación pero que realmente no reafirman el dato presentado. Esta característica se presenta en menos de la mitad de los textos, pero si en un porcentaje significativo del 36% aproximadamente, es decir en 10 de los textos construidos. Con el objetivo de organizar y analizar las respuestas dadas por los estudiantes, están serán codificadas empleando los siguientes términos: A=Actividad, P= Pregunta, E= Estudiante. A continuación, se muestra un ejemplo del esquema textual construido por uno de los estudiantes:

Ilustración 2. Esquema textual construido por un estudiante. (A1P4aE6)



Basado en que



Aristóteles dijo que la información se transmitía por genes hereditarios que no siempre tenían solo las características de los padres, sino también de los abuelos

Fuente: elaboración propia

5.12.3. Secuencia textual.

Los textos construidos muestran una secuencia entre los pocos elementos que los componen, principalmente con el uso de conectores entre dato y justificación, cuando se menciona un ejemplo o comparación, pero en los textos que contienen fundamentación solo 4 presentan un conector entre esta y lo escrito anteriormente, como se muestra más adelante en el ejemplo. Lo anterior nos indica que 12 de las producciones no tienen secuencia argumentativa, en cambio se pueden describir como un escrito con varias frases que no presentan conexión entre sí.

“Es más creíble los datos de Darwin porque los rasgos genéticos de distintos seres se pueden combinar al hacer un individuo, me baso en que cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides se da un material genético mezclado”.(A1P4aE14)

<p>Dato Justificación Fundamentación</p>
--

5.12.4. Conectores.

Como se observa en el ejemplo anterior, el conector que los estudiantes emplean con mayor frecuencia es *porque* sea en la justificación o en la fundamentación, en otros pocos casos se emplean: *basado en, ya que, por ejemplo, así como*; esto evidencia que así como la construcción de un argumento es limitado por parte de los estudiantes, su vocabulario y uso de conectores también es básico.

Tabla 11. Tipos de conectores (Tamayo, 2001)

Tipo de conector	Explicación
Causa	Indican que los enunciados que los siguen dan razón de los enunciados precedentes.
Certeza	Indican que los enunciados que los siguen son enunciados dados por válidos por el estudiante.
Condición	Siempre que en un texto aparece un condicional, éste va seguido de una consecuencia.
Consecuencia	Indican que los enunciados que los siguen son efecto de los razonamientos antecedentes o de una condición.
Oposición	Estos conectores señalan que los enunciados dados a continuación tienen alguna diferencia respecto a los que le preceden.

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior, la mayoría de conectores empleados por los estudiantes indican que el enunciado que los siguen dan razón o son efecto del enunciado precedente, es decir son de causa o consecuencia y les permite complementar dos o más

oraciones para darle coherencia y cohesión a su escrito (Tamayo, 2001). Sin embargo como se menciona anteriormente su uso es muy limitado.

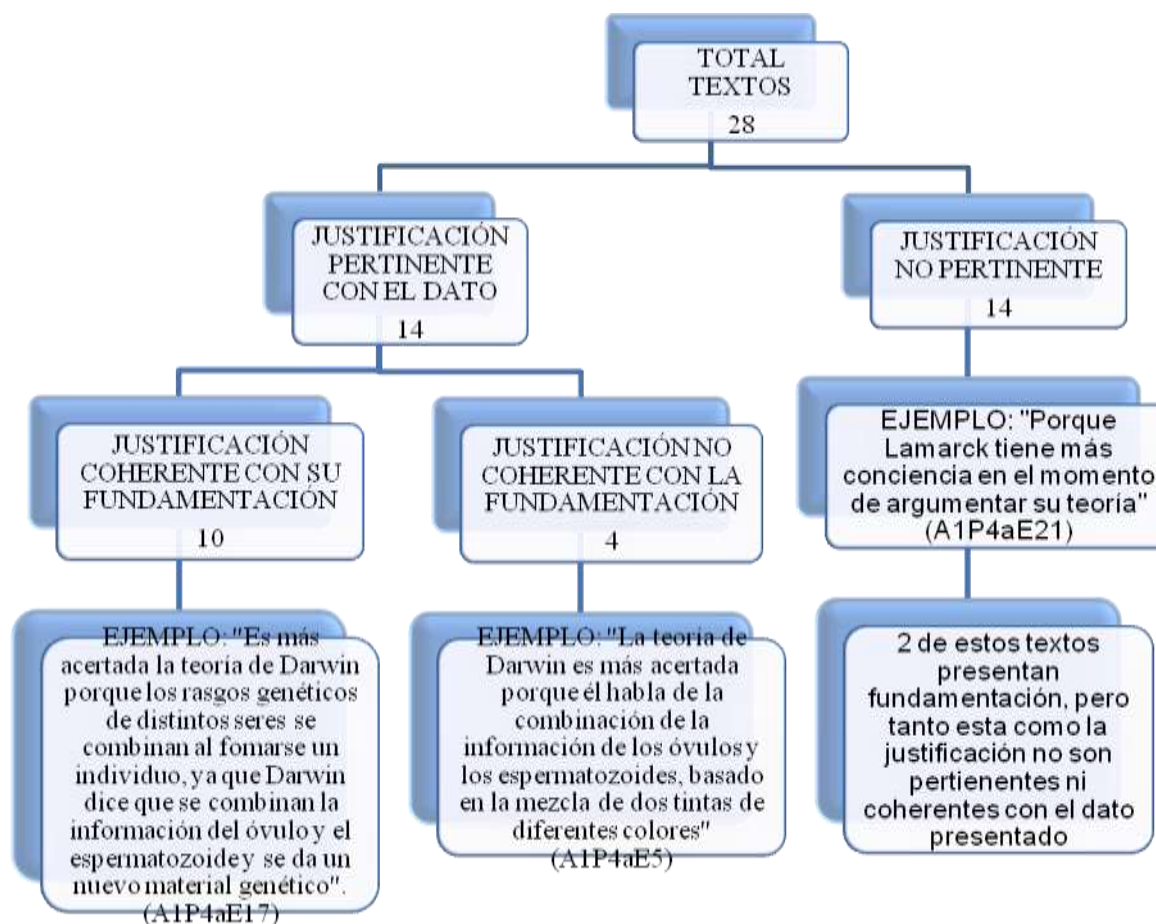
5.12.5. Fisiología del texto

En cuanto a la fisiología de los textos construidos por los estudiantes, solo se pueden analizar ciertos ítems de los propuestos por Sardá y Sanmartí, ya que ningún texto está completo, estos ítems son: aceptabilidad de la justificación principal, relevancia de la comparación y ejemplificación.

5.12.6. Aceptabilidad de la justificación principal.

La mitad de las justificaciones dadas por los estudiantes no son pertinentes ya que mencionan estar de acuerdo con una determinada teoría, por parecerles muy coherente o porque es “la que más se da” (A1P4aE24), entre otras respuestas, sin dar una explicación ni fundamentación precisa de esta afirmación, las 14 restantes emplean fundamentos de la vida cotidiana y la conceptualización vista en clase, es decir, con relación a ciencia-tecnología. De esta manera presentan justificaciones como: “Mi teoría acertada es la de Lamarck porque nosotros los seres vivos a lo largo del tiempo vamos sufriendo cambios físicos en nuestro cuerpo, que se transmiten a la descendencia, pero después se van perfeccionando” (A1P4aE8). Este ejemplo muestra el dato y una justificación que da razón a la respuesta dada, argumentando por qué está de acuerdo con la posición de Lamarck y la considera la teoría más acertada. De acuerdo a esto, se presentan 14 justificaciones que son pertinentes en cuanto al concepto o teoría, de estas 10 son además coherentes con su fundamentación, lo que indica que realmente la información dada busca dar razón del dato presentado, basándose en información científica comprobable y en algunos casos en conocimiento científico. Estos resultados permiten identificar la dificultad que presentan los estudiantes para explicar sus ideas o respuestas desde su saber escolar o las aproximaciones que tenga al conocimiento científico, ya que no se maneja este tipo de lenguaje de manera cotidiana, por el contrario las pocas argumentaciones que hacen se basan en experiencias o percepciones propias.

Ilustración 3. Esquema de aceptabilidad de la justificación principal.



Fuente: elaboración propia

Se identifica que debido al tipo de pregunta, se puede presentar un cierto nivel de facilidad para justificar el dato o respuesta dada, sin embargo los estudiantes a pesar de conocer las teorías expuestas por cada científico, los estudios y razones que los llevaron a estas conclusiones, no logran argumentar su decisión y solo 10 pudieron construir un dato, justificación y fundamentación pertinentes y coherentes.

5.12.7. Relevancia de la comparación.

Los estudiantes que realizaron comparación, fueron aquellos que identificaron como la teoría más acertada la de Darwin, expresando, entre otras cosas, que ésta “especifica o aclara lo que pasa con la información contenida en los óvulos y los espermatozoides, *es como* si fuera una mezcla de dos tintas, que da como resultado un color distinto o puede salir con los dos colores y manchas de distintos colores” (A1P4aE4). Evidenciándose la dificultad presentada por los estudiantes a la hora de realizar una comparación, ya que no pueden definir un criterio específico de comparación, es común además que confundan la comparación con la ejemplificación, en este caso el estudiante compara la mezcla de información del espermatozoide y el ovulo, con la mezcla de dos tintas como lo hacía Darwin, otro caso es el que se muestra más adelante en el ejemplo; así que realmente no realiza una comparación propia sino que toma las explicaciones vistas en clase.

“Escogí la de Darwin porque cuando los ovarios y los espermatozoides se unen crean vida que se parecen a los dos sujetos. Como cuando se unen una persona blanca y una negra, el hijo sale mestizo”. (A1P4aE10)



5.12.8. La ejemplificación.

Solo dos estudiantes presentaron ejemplificación, al mencionar que la teoría más acertada es la de Lamarck y dando como ejemplo el caso de las jirafas: “hace muchos años las jirafas tenían el cuello corto y para alimentarse de las hojas más frescas de los árboles se estiraban y su cuello se empezó a estirar, esa característica se fue pasando a sus hijos, hasta que quedaron como son ahora”. (A1P4aE12)

A pesar de que en la discusión en clase era común que los estudiantes expusieran ejemplos de situaciones que han observado en su entorno o que relacionaran las teorías con conocimientos y experiencias propias, a la hora de construir el texto argumentativo, solo dos presentaron ejemplo. Una de las razones puede ser el tipo de pregunta realizada y que por lo general los estudiantes se limitan a responder específicamente lo preguntado, sin buscar argumentos para complementar su idea.

5.13. Análisis actividad de evaluación

Después de la aplicación de la unidad didáctica, se llevó a cabo la actividad de evaluación, donde los estudiantes a partir de los conceptos y actividades desarrolladas en clase debían dar solución a una serie de situaciones problema, contextuales, argumentando de acuerdo al esquema de Sardá y Sanmartí las respuestas dadas. Es importante recordar que de acuerdo a los resultados obtenidos en la actividad inicial se definió incorporar los componentes de la argumentación de manera progresiva en las diferentes actividades de la unidad didáctica, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Comparación de la estructura de los textos de la actividad inicial y la actividad final

ESTRUCTURA DE LOS TEXTOS		
COMPONENTE	ACTIVIDAD INICIAL	ACTIVIDAD FINAL
DATO	28	28
JUSTIFICACIÓN	28	28
FUNDAMENTACIÓN	16	28
VENTAJA	0	28
INCONVENIENTE	0	28
COMPARACION	2	28
EJEMPLIFICACIÓN	2	28
CONCLUSIÓN	0	28

5.13.1. Anatomía del texto

5.13.1.1. Validez formal.

Para la primera ronda de la actividad concurso, donde participaron todos los estudiantes, dando solución a la situación que se muestra más adelante, todos los escritos presentan las características de un texto argumentativo, es decir están completos, presentan validez formal, sin tener en cuenta la coherencia o no de estos y si responden acertadamente a la situación presentada.

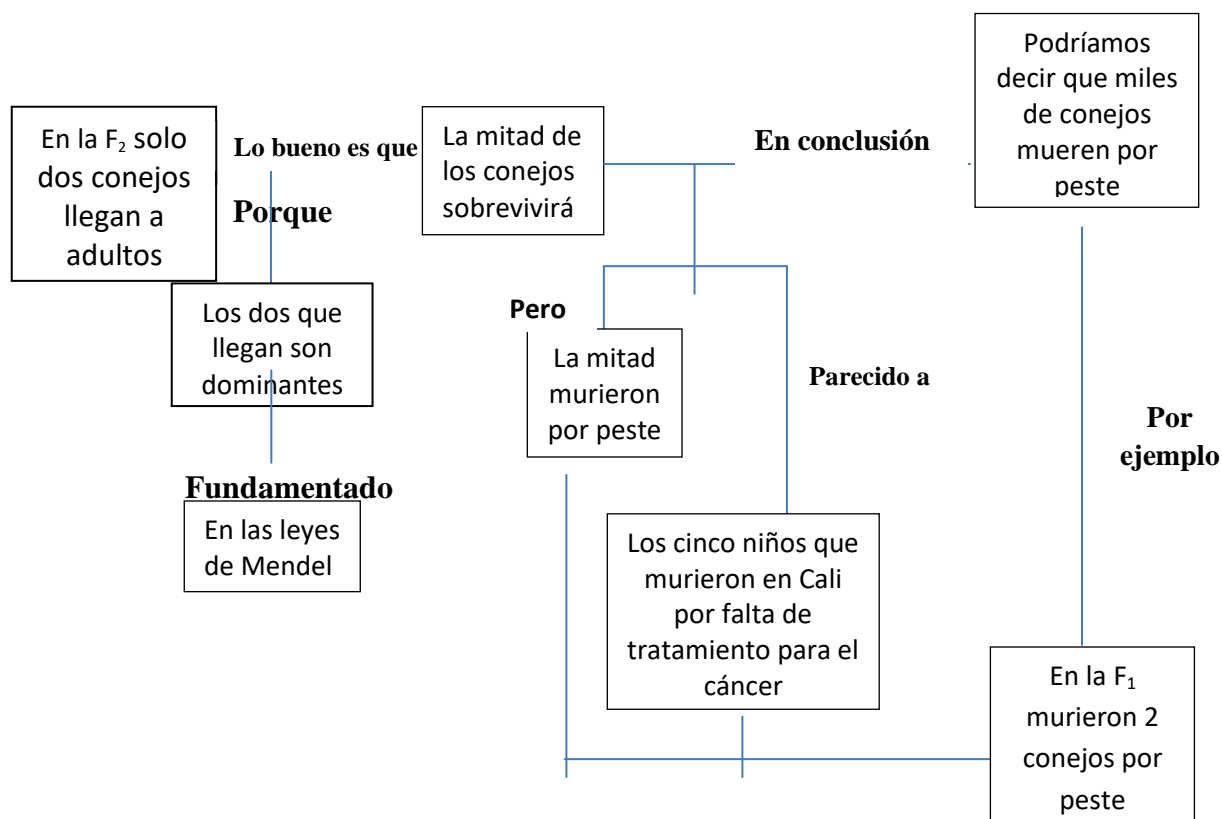
A la pregunta:

Un conejo blanco homocigótico, se cruza con una coneja de color negra heterocigótica. **¿Cuáles son las probabilidades para los descendientes de la F1 y la F2? (realiza un cuadro de Punnett)** Si los conejos que tienen genotipo homocigótico, cuando son bebés mueren más fácilmente a causa de la peste, **¿cuántos adultos se obtendrán en la F2?** **Argumenta tu respuesta.**

La cantidad de estudiantes que respondieron correctamente fue de 16, de lo que se puede deducir que la dificultad que presentan los estudiantes es en la interpretación de la información presentada en la situación, ya que los estudiantes demuestran tener claros los conceptos, realizan los cruces en los cuadros de Punnett y construyen su argumento completo, sin embargo 12 estudiantes no dieron la respuesta correcta, porque desde el momento de definir el genotipo de los individuos progenitores y escribirlos en los cuadros de Punnett lo hacen de manera errónea, por lo tanto la respuesta a la pregunta presentada no es correcta. Sin embargo, cabe resaltar que independientemente de la respuesta dada, el objetivo del análisis es la construcción textual.

A continuación, se muestra un ejemplo del esquema de la estructura textual de una respuesta dada:

Ilustración 4. Esquema de la estructura textual de una respuesta dada (AFP1E12).



Fuente: elaboración propia

5.13.1.2. *Secuencial textual.*

De las respuestas dadas para esta situación sólo 8 estudiantes emplearon conectores entre los componentes del texto argumentativo, es generalizado el uso del *porque* para mencionar la justificación, para dar introducción a la fundamentación se emplean *fundamentado en, basado en, ya que*; para la ventaja mencionan, *la ventaja es que, lo bueno es*, para el inconveniente es común el uso de *pero* o *lo malo es que*, en la comparación *así como* o *parecido a*, para el ejemplo emplean *por ejemplo* y finalmente para indicar la conclusión, *en conclusión* o también la expresión *quiere decir entonces*. Por lo general la secuencia de los componentes del texto se presenta en el mismo orden en el que fueron presentados, la única

diferencia es que en ocasiones la conclusión se encuentra en medio de la argumentación y no al final.

Nuevamente se evidencia un mayor uso de los conectores de causa y de consecuencia, en otros pocos casos se presentan conectores de oposición. Todos estos permiten relacionar entre si las ideas expuestas, complementando la argumentación, teniendo claro que esta tiene como objetivo convencer a otros de la veracidad de la tesis expuesta.

De esta característica se puede determinar que los estudiantes no construyen sus textos con secuencia textual, mencionan cada componente del texto argumentativo, empleando en pocas ocasiones conectores entre cada frase, así que estas se presentan con significados independientes con una mínima conexión entre sí. Y quienes usaron conectores son muy limitados con su vocabulario, como se muestra a continuación:

“Llegan a adultos dos heterocigotos, porque los homocigotos mueren por la peste, fundamentado en lo que dice la pregunta. La ventaja es que sobreviven dos, aunque pueden morir todos. Por ejemplo muchos peces pequeños mueren, así como a un perro le da gripe y muere, a un conejo le da peste y se muere. En conclusión dos se mueren”. (AFP1E6)

Dato
Justificación
Fundamentación
Ventaja
Inconveniente
Ejemplificación
Comparación
Conclusión

5.13.1.3. Conectores.

Los estudiantes emplean conectores causales, consecutivos, adversativos e introductorios, pero por lo general son los mismos, no varían entre estudiantes o entre textos, evidenciando su corto manejo del vocabulario y la poca capacidad que presentan los estudiantes para construir un texto argumentativo. Los conectores más empleados son los mencionados en el ítem anterior. Como ya se mencionó solo 8 estudiantes emplearon conectores entre los

componentes del texto argumentativo, por esto los textos no presentan lógica o sentido de manera consecutiva, sino que son una secuencia de frases sin conexión entre sí, como se observa a continuación:

“Solo dos conejos llegan a adultos, porque los otros se mueren de la peste, me baso en la segunda ley de Mendel. Los heterocigotos son los que sobreviven. Los homocigotos se mueren. Los homocigotos se mueren como los huevos de la gallina. Los conejos homocigotos tienen medios de defensa y por eso tienen más probabilidades que se mueran. Que los heterocigotos viven más que los homocigotos” (AFP1E27)

5.14. Fisiología del texto

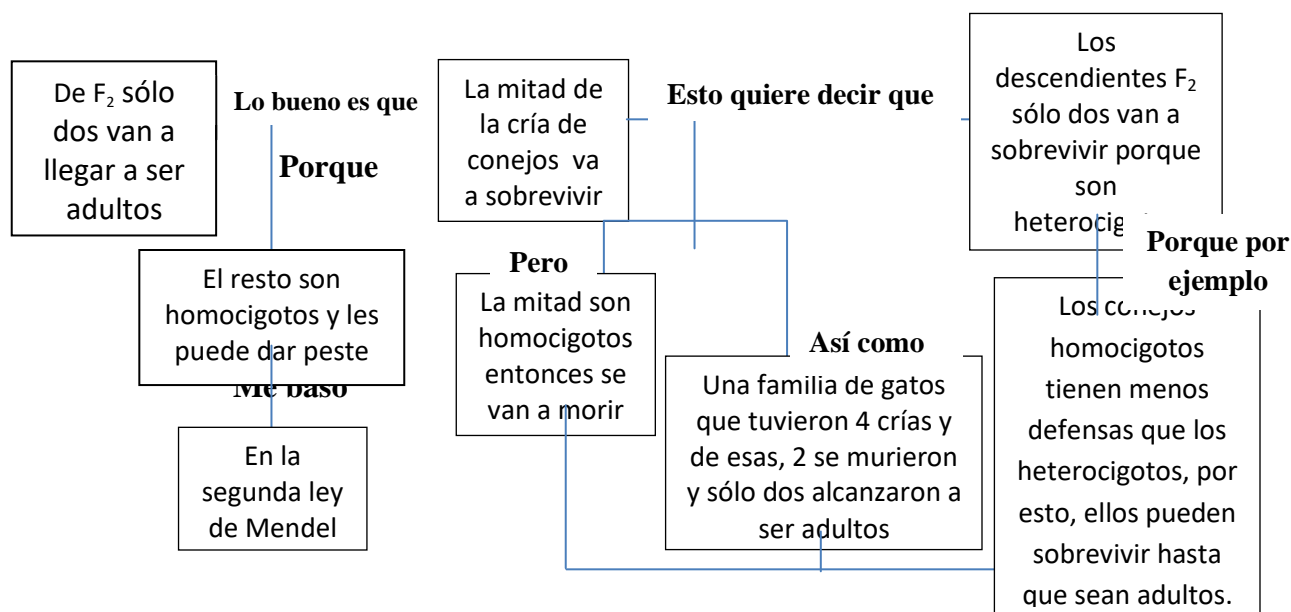
5.14.1. Concordancia hecho-conclusión.

De los textos construidos solo 4 estudiantes presentan concordancia entre el hecho y la conclusión, teniendo en cuenta la situación y pregunta dada, con respuestas como: “De F_2 solo 2 van a llegar a ser adultos, [...] esto quiere decir que de los descendientes F_2 solo dos van a sobrevivir porque son heterocigotos” (AFP1E21) esta respuesta es resultado del análisis de los cuadros de Punnett que deben realizar los estudiantes y de la información presentada en el enunciado.

En otros textos se presenta un hecho o dato correcto, pero la conclusión no concuerda con este, más específicamente en la respuesta de 16 estudiantes, llegando a conclusiones como: “podríamos decir que miles de conejos mueren por peste” (AFP1E19), o “...que los heterocigotos viven más que los homocigotos” (AFP1E24). Desde cierto punto de vista las conclusiones tienen sentido o son ciertas teniendo en cuenta la situación presentada, pero son muy generalizadas y no concluyen la tesis ni toda la argumentación realizada.

En los 8 casos restantes el hecho presentado no es correcto y las conclusiones presentadas tampoco son compatibles.

Ilustración 5. Esquema que muestra un ejemplo de un hecho que concuerda con la conclusión. (AFP1E1)



Fuente: elaboración propia

De lo anterior se puede deducir que los estudiantes muestran una gran dificultad para dar una conclusión de acuerdo a la argumentación realizada y suelen realizar tautologías o dar conclusiones muy generales que no concuerdan con el dato presentado. También es válido resaltar que algunos estudiantes si lograron construir una conclusión compatible con el hecho y con los componentes de la argumentación presentados, como se muestra en la figura 5. Demostrando en la mayoría de los casos el manejo de los conceptos relacionados con las leyes de Mendel, su aplicación y el desarrollo de la habilidad argumentativa, muestra de la efectividad de la unidad didáctica. Es importante tener en cuenta, que existen muchos factores que inciden en la dificultad de los estudiantes para construir sus textos y para aplicar los conceptos vistos, en la solución de las situaciones presentadas, pero teniendo en cuenta la calidad de los textos con los que se partió, se ha logrado un gran avance, ya que en el análisis inicial ningún estudiante logró construir un texto argumentativo completo, más aun, ningún estudiante elaboró una conclusión, compatible o no del dato presentado. Como se muestra se identifican muchos obstáculos de tipo

lingüístico por parte de los estudiantes a la hora de expresar y argumentar sus ideas de manera ordenada y coherente.

5.14.2. Aceptabilidad de la justificación principal.

Todas las justificaciones son pertinentes, demostradas a través del uso de los conceptos vistos, en este caso en los resultados obtenidos por los estudiantes en los cuadros de Punnett y en la misma información presentada en el enunciado de la situación, de allí que la mayoría de las respuestas conducen a la misma afirmación, por ejemplo: “porque los homocigotos mueren por la peste” (AFP1E10). Esto nos muestra que los estudiantes se sesgan con la información presentada y no van más allá, por ejemplo, a dar una propuesta de por qué los homocigotos cuando son bebés mueren más fácil y dar sus argumentos para tal condición, sin embargo el uso de la información dada es bien empleada para justificar el dato expuesto por los estudiantes, así este fuera incorrecto. La mayoría de estas justificaciones, acertadas o no, están fundamentadas en el resultado de los cruces realizados en los cuadros de Punnett, teniendo en cuenta la información dada en el enunciado de la pregunta y en lo manejado en la unidad didáctica sobre las leyes de Mendel, como muestra el siguiente ejemplo:

“La probabilidad en la F2 es que todos sobrevivan, porque todos los conejos son heterocigotos. Basado en la teoría de Gregorio Mendel y el cuadro de Punnett, puedo decir que todos los conejos de la nueva generación son heterocigotos...” (AFP1E17)

5.14.3. Relevancia de la ventaja.

En términos generales en la construcción de la ventaja se presenta una tautología, referente al hecho presentado, esta situación se presenta en 26 de la totalidad de las respuestas. Un ejemplo de esto es: “lo bueno es que los heterocigotos sobreviven” (AFP1E4) o “lo bueno es que la mitad de las crías llegaran a adultos”(AFP1E14). Por otra parte se encuentran dos ventajas que son incorrectas y provienen de datos erróneos, es el caso de “[...] hay tres machos

dominantes”, “[...] todos son dominantes” (AFP1E26). De esta manera se confirma la dificultad de los estudiantes para deducir información intrínseca en la actividad o generar nuevas ideas a partir de la deducción que han hecho para identificar el dato o tesis, el encontrar argumentos para defender su tesis y convencer a otros de la veracidad de esta.

5.14.4. Relevancia del inconveniente.

En el caso del inconveniente se presenta la misma situación que con la ventaja, los estudiantes definen como inconveniente el que los conejos homocigotos no sobreviven y no llegan a la adultez, en la misma proporción que en el punto anterior, es decir 26 estudiantes dieron este tipo de inconveniente y en los 2 casos restantes hacen referencia a la característica de recesividad en el genotipo de algunos conejos, situación que no es coherente con el dato, ni con la justificación o el resto de la argumentación. Lo anterior ratifica la dificultad de argumentar de los estudiantes.

5.14.5. Relevancia de la comparación.

Los estudiantes comparan el dato identificado con situaciones similares con otras especies como perros, gatos, tortugas, seres humanos y gallinas, como, por ejemplo: “como cuando las tortugas bebé salen al mar y mueren y pocas sobreviven” (AFP1E8). Solo tres estudiantes realizaron un tipo de comparación diferente al comparar la muerte de los conejos con la característica de color que era la protagonista del cruce, de esta manera determinaron que “[...] todos salieron del mismo color, pero solo los homocigotos mueren” (AFP1E15), comparando las dos condiciones que se deban por el cruce hecho. Estas comparaciones no muestran un criterio claro, ya que no determina la razón de la muerte o porque solo los homocigotos tienen mayor probabilidad de contraer la peste y morir. Por otro lado, se puede analizar que 25 estudiantes basaron su comparación en experiencias o conocimientos de la vida cotidiana, mientras que los otros 3 lo hicieron fundamentados o relacionándolo con las leyes de Mendel y los resultados presentados en los cruces realizados.

De lo anterior se puede concluir que para los estudiantes es muy difícil definir un criterio de comparación para complementar su argumento y más si es basado en el conocimiento científico, ya que, a pesar de evidenciar el manejo de las leyes de Mendel y los conceptos relacionados, al momento de definir un punto de comparación es más fácil para ellos relacionarlo con situaciones de la vida cotidiana.

Comparando los resultados obtenidos en la actividad al inicio de la unidad didáctica y la final, se puede decir que se evidencia una mejoría, ya que las comparaciones previas se basaban en las explicaciones y las mismas comparaciones hechas por los teóricos y no por deducciones del estudiante, mientras que en la actividad de evaluación se muestra que los estudiantes logran realizar comparaciones a partir de su propio conocimiento y análisis de la situación presentada, buscando convencer a otros de la veracidad de su argumento.

5.14.6. Ejemplificación.

En la construcción de ejemplo se evidencia una gran dificultad, ya que el estudiante no logra identificar de qué situación o característica debe realizar el ejemplo, en muchas ocasiones presentan situaciones similares a las dadas en la comparación, mientras que en otros casos comparan la muerte de conejos en la F_2 con la que se podría presentar en la F_1 , de esta manera se reconoce una clara confusión entre la comparación y la ejemplificación. En otros casos, como en el que se muestra en la figura 5, la estudiante da un ejemplo del motivo por el que los conejos con genotipo homocigoto mueren, este tipo de respuesta se presenta por 4 estudiantes y en otros dos casos los estudiantes mencionan un cruce de otros dos organismos, así: “unos ratones, uno negro y otro blanco, sus hijos serán negros, ya que el padre es dominante” (AFP1E23). Afirmación, que no es un ejemplo, no es pertinente ni compatible con lo establecido en el hecho y en toda la argumentación en sí. Las ejemplificaciones restantes mencionaban como mueren organismo de otras especies de manera similar a como lo hacen los conejos, de acuerdo al enunciado de la pregunta.

En comparación con los ejemplos dados en el primer análisis, se sigue presentando la dificultad de los estudiantes para ejemplificar cuando se les da un caso concreto y deben definir un factor para dar un ejemplo y ayudar a que otros comprendan su argumento.

En términos generales, comparando el análisis inicial con el de la actividad de evaluación se puede concluir que la aplicación de la unidad didáctica sí permitió a los estudiantes desarrollar la habilidad argumentativa, con algunas falencias en sus textos, teniendo en cuenta el esquema de Sardá y Sanmartí. Sin embargo se evidencia que los estudiantes contaron con las herramientas necesarias para dar un juicio en situaciones problema relacionadas con las Leyes de Mendel y los conceptos relacionados, además de desarrollar la habilidad lingüística de construir un texto conformado por varios componentes que le permiten exponer su idea o tesis y reforzarla, para convencer a otras personas. Aun se identifican muchos obstáculos en la construcción de algunas características como la comparación y la ejemplificación; sin embargo, todos los textos presentan los componentes esenciales: hecho, justificación y conclusión. No en todos se presenta una secuencia textual, pertinencia y coherencia entre sus componentes, sin embargo sí se reconocen los componentes de un texto argumentativo y pueden construirlo a partir del análisis que se haga teniendo en cuenta lo aprendido sobre las leyes de Mendel. Se demuestra el manejo teórico de los términos vistos en la unidad didáctica, permitiendo deducir que el desarrollo de la habilidad argumentativa es efectivo a la hora de facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Este análisis se realiza a partir de la comparación de los textos iniciales realizados por los estudiantes y las respuestas dadas a la primera pregunta de la actividad de evaluación, ya que en este se presenta un nivel intermedio de dificultad frente a la situación presentada y participan todos los estudiantes, pues de acuerdo a la dinámica de la actividad se “eliminan” estudiantes terminada cada ronda, sin embargo en el análisis de las respuestas a las demás preguntas también se encontraron observaciones significativas para el proyecto, como se muestra a continuación.

Es importante recordar que en la actividad de evaluación a medida que se avanza en el juego, las situaciones dadas presentan un mayor nivel de dificultad, que busca que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos sobre las leyes de Mendel y puedan

demostrarlos con el desarrollo de la habilidad argumentativa en la construcción de sus respuestas.

En la pregunta 2:

“Tu familia tiene un criadero de gallinas en el cual existe un lote de varias hembras con un solo macho. El macho tiene un par de alelos dominantes que expresan para patas largas. En las hembras, algunas tienen patas largas con genotipo de alelos dominantes, otras tienen patas largas con alelos heterocigóticos y otras tienen patas cortas. Si el macho se cruza con una hembra de cada genotipo, ¿Cuáles son las probabilidades para los descendientes de cada cruce; cuáles sus genotipos y fenotipos? (realice un cuadro de Punnett) Si las gallinas “puras” de patas largas producen más y mejor carne y las gallinas heterocigóticas producen mejores huevos. ¿Cuáles genotipos deberías mantener en el criadero para mejorar la calidad y cantidad de productos en el criadero de tu familia? Argumenta tu respuesta.”

Respondieron 21 estudiantes, ya que en la primera ronda se eliminaron 7. Sus respuestas fueron muy diversas en cuanto al dato que presentaban, algunos afirmaban que “es mejor mantener las homocigotas dominantes porque producen más carne”(AFP2E4), otros “mantendría el cruce con las heterocigotas porque pueden poner y dar más carne, porque es la unión de dos gallinas muy buenas” (AFP2E28)y sólo 9 estudiantes dieron la respuesta correcta, el cruce entre el gallo y las gallinas heterocigotas, ya que producen descendientes con ambos genotipos, homocigotos dominantes (más y mejor carne) y heterocigotos (mejores huevos), con datos como: “yo me quedaría con las heterocigotas, ya que en su descendencia hay mezcla de mucha carne y muchos huevos” (AFP2E23).

De estas respuestas solo 8 son textos con validez formal, es decir presentan todos los componentes de un texto argumentativo, sin embargo, de estos ninguno dio la respuesta correcta. Analizando las demás características en términos generales, la secuencia textual es muy limitada, emplean muy pocas veces conectores y estos son comunes entre los estudiantes. Los escritos están formados principalmente por frases sin conexión entre la mayoría de ellas. Solo entre el dato y la justificación siempre presentan un conector sea *porque* o *ya que*. En cuanto a la

concordancia entre hecho y conclusión solo 4 textos la tienen, con respuestas como: “Mantendría las gallinas puras patas largas [...] en conclusión las gallinas puras patas largas producen mejor carne, por eso las mantendría en el gallinero” (AFP2E11). Mientras que los otros 4 textos que no presentan concordancia entre hecho y conclusión presentan respuestas similares a: “Yo escogería las gallinas que producen mejores huevos [...] en conclusión las gallinas que producen grandes huevos pueden mejorar la generación” (AFP2E17). En estas respuestas se puede evidenciar que la elección de los estudiantes, para este caso, se relaciona con su vida cotidiana, depende de sus gustos, de acuerdo a si prefieren los huevos o la carne han dado su respuesta, sin dar una interpretación correcta a la información dada en el enunciado; y quienes respondieron acertadamente no construyeron una argumentación completa.

Las justificaciones presentadas son válidas a la hora de ratificar el dato presentado, sin embargo, en algunas ocasiones se presentan tautologías y la totalidad de ellas están fundamentadas en la información presentada en el enunciado y en la decisión tomada por el estudiante, basada en sus preferencias en la vida cotidiana.

En cuanto a la ventaja la totalidad de los estudiantes construyeron ventajas coherentes con el dato presentado, así: “la ventaja es que las gallinas heterocigotas producen mejores huevos” (AFP2E2), de igual manera para los diferentes hechos identificados por los estudiantes. Una situación similar se presenta con el inconveniente, exponiendo la situación contraria: “no dan mejor carne” (AFP2E9) y en el caso particular de los 9 que dieron la respuesta correcta, 5 presentaron ventaja e inconveniente, con respuestas como: “habrá mayor producción en el gallinero, pero se deben escoger un solo tipo de gallinas, entonces habrán más poquitas” (AFP2E14), haciendo referencia a que se presentaría mayor producción de huevos y carne en el gallinero, pero al mismo tiempo la cantidad de individuos procreados disminuiría porque solo habría un tipo de gallinas. Teniendo en cuenta estos resultados se puede definir, que, para los diferentes hechos presentados, las ventajas e inconvenientes presentados son pertinentes y aportan a la argumentación de la decisión tomada.

Para el caso de la comparación y la ejemplificación, en esta situación se evidencia mayor facilidad para realizar la comparación, ya que todos los estudiantes basaron sus

comparaciones en los diferentes cruces realizados, teniendo en cuenta la tesis presentada, así, comparaban la producción de carne y huevos entre los cruces, siendo una construcción acertada para su argumentación. Por otra parte a la hora de elaborar un ejemplo la situación es diferente, ya que los pocos estudiantes (7) que presentaron ejemplo, lo realizaron de manera similar a la comparación, por ejemplo: “[...] en el cruce primero no va a tener mejor producción que en el cruce 3”(AFP2E20), cabe aclarar que se reconoce esta frase como un ejemplo, porque en el escrito el estudiante lo define como este, de lo contrario se catalogaría como comparación. Lo que sigue evidenciando la gran dificultad de los estudiantes para dar un ejemplo del dato o conclusión presentado.

Para la siguiente ronda del juego se eliminaron 7 estudiantes más, teniendo en cuenta quienes presentaron su argumentación menos completa, ya que muy pocos dieron la respuesta correcta al interrogante presentado. Así se presentó la pregunta 3 a catorce estudiantes:

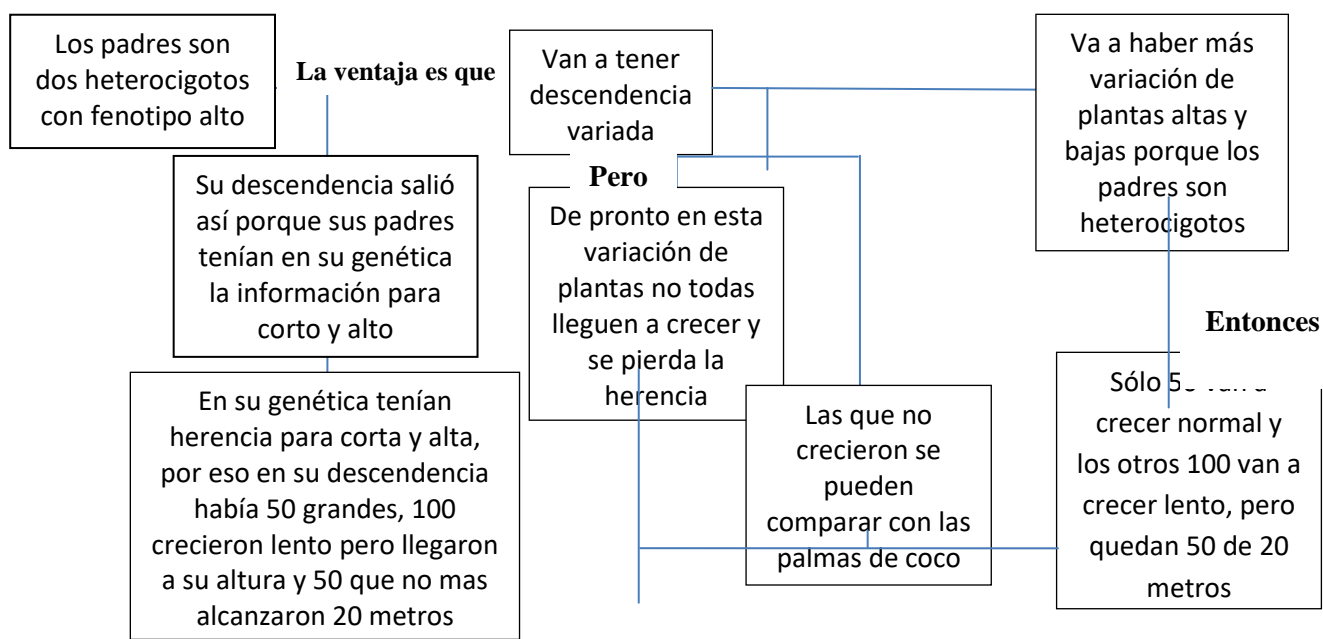
La planta *Ceroxylon quindiuense* H. Wendl o Palma de Cera (Árbol nacional de Colombia) llega a tener un porte de hasta 60 m de altura. Sin embargo, en un estudio algunos botánicos encontraron que, en una población de 200 palmas de cera, 50 palmas habían crecido sin ningún problema hasta llegar a su altura normal, otras 100 habían crecido más lentamente, pero habían llegado hasta la altura “normal” y otras 50 sólo llegaban a medir 20 metros. Así que piden tu colaboración como estudiante, para que propongas la explicación a esta situación, así mismo, debes explicar ¿cómo era o es la generación parental que dio origen a las palmas de este estudio? Argumenta tu respuesta.

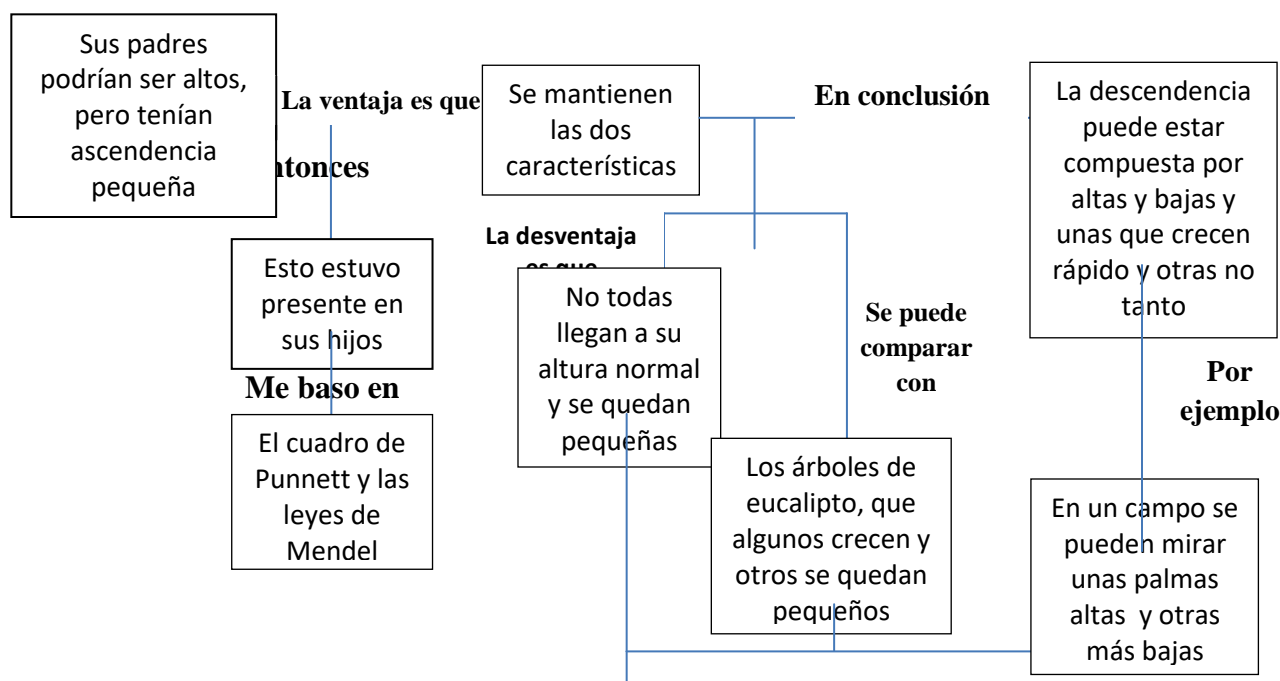
Para esta situación los estudiantes requirieron mayor tiempo y explicación por parte del docente para reconocer que procedimiento debían seguir para dar con la respuesta, ya que la elaboración de los cuadros de Punnett lo hacían de manera sistemática, pero al alterar la información dada y la que debían buscar muchos no identificaban que debían hacer, por esta situación y a pesar de que todos dieron con la respuesta correcta, a la hora de argumentarla se presentó la mayor dificultad, como se muestra a continuación:

Todos los textos presentan validez formal, es decir cumplen con las características de un texto argumentativo de acuerdo al esquema adaptado por Sardá y Sanmartí, se muestra una evolución en cuanto a la secuencia textual, las frases presentan mayor conexión entre sí, con el uso de diferentes conectores, construyendo un texto con mayor coherencia y cohesión. Se reconocen nuevos conectores como *así que*, *se puede comparar con*, *se encuentra que*, *debido a*, *entonces*; que dan mayor fluidez al texto, demostrando así un mejoramiento en la calidad de los textos producidos, sea por la repetición del ejercicio o por la exigencia del mismo estudiante por la motivación de la competencia.

En cuanto a la concordancia del texto, más específicamente entre el hecho y la conclusión 11 (once) estudiantes la presentan, como se muestra en la figura 6, por otra parte los 3 estudiantes restantes no muestran concordancia entre el dato y la conclusión presentada, como por ejemplo al decir: “los padres eran heterocigotos altos [...] en conclusión las palmas quedan con disminuida altura porque sus padres tienen rasgos altos y cortos” (AFP3E7).

Ilustración 6. Ejemplo respuesta de estudiante con concordancia entre hecho y conclusión. (AFP3E18)





Fuente: elaboración propia

Analizando estos dos tipos de texto y comparándolo no sólo entre ellos sino también con los textos inicialmente construidos, se puede determinar el grado de avance presentado en los estudiantes a la hora de argumentar, ya que, presentan mucha información válida, que enriquece el conocimiento de los estudiantes y demuestra el desarrollo de la habilidad argumentativa. En el esquema 6 se muestra un texto con dato y conclusión concordantes, mientras que en el esquema 7 se presenta lo contrario ya que en el dato se habla de la información de los padres y sus antecesores, mientras que en la conclusión hace referencia a las características de la descendencia, sin presentar conexión entre ambos. Una dificultad que se identifica en ambos textos, es el uso de conectores entre las frases, con facilidad se usan conectores introductorios dando mención a la característica del texto que se va a describir, por ejemplo: “la ventaja es”, “en conclusión”, “por ejemplo” y en otras ocasiones se omite el uso de conectores, evidenciándose la dificultad de construir un texto con cohesión, entre otras razones, podría ser por la falta de práctica a la hora de construir textos propios, en vez de transcribir. Es decir que, como lo menciona Serrano (2008) la falta de lectura y acercamiento al lenguaje científico por parte de los estudiantes y el uso de prácticas pedagógicas inadecuadas, entre otras,

dificultan el desarrollo de habilidades lingüísticas en los estudiantes, que les permitan expresar sus ideas, construcciones mentales y demostrar sus conocimientos y destrezas, útiles para desenvolverse en situaciones de la vida cotidiana y a nivel profesional.

Continuando con el análisis de los textos, en cuanto a la aceptabilidad de la justificación principal, se puede decir que, en el primer esquema se observa una justificación aceptable en cuanto al dato presentado, sin embargo no se encuentra bien fundamentada; lo que indica que el estudiante se queda corto a la hora de demostrar de manera precisa la veracidad de la justificación presentada, no tiene como reafirmar esa justificación y el dato mismo presentado. Para el segundo esquema se presenta una situación inversa, la justificación no es aceptable, simplemente repite la información presentada en el enunciado de la actividad, sin embargo contiene una fundamentación válida. Así que ambas están incompletas, la primera es pertinente, mientras que la segunda no.

Para la relevancia de los argumentos, presentan ventaja e inconveniente válidos, que permiten reconocer lo positivo del hecho indicado y la desventaja del mismo, fortaleciendo la tesis inicial. Para la comparación, se emplean organismo con características similares, en el segundo caso pertinente, en el primero no tanto, ya que no especifica un criterio válido de comparación.

En el ejemplo se presenta tautología en cuanto a las características de la descendencia, para el primer texto, mientras que en el segundo, se presenta un ejemplo de mayor validez, basado en información del conocimiento común del estudiante. En la construcción de esta característica se muestra una leve mejoría, pero con una evidente dificultad de relacionar el dato especificado con una situación de su contexto.

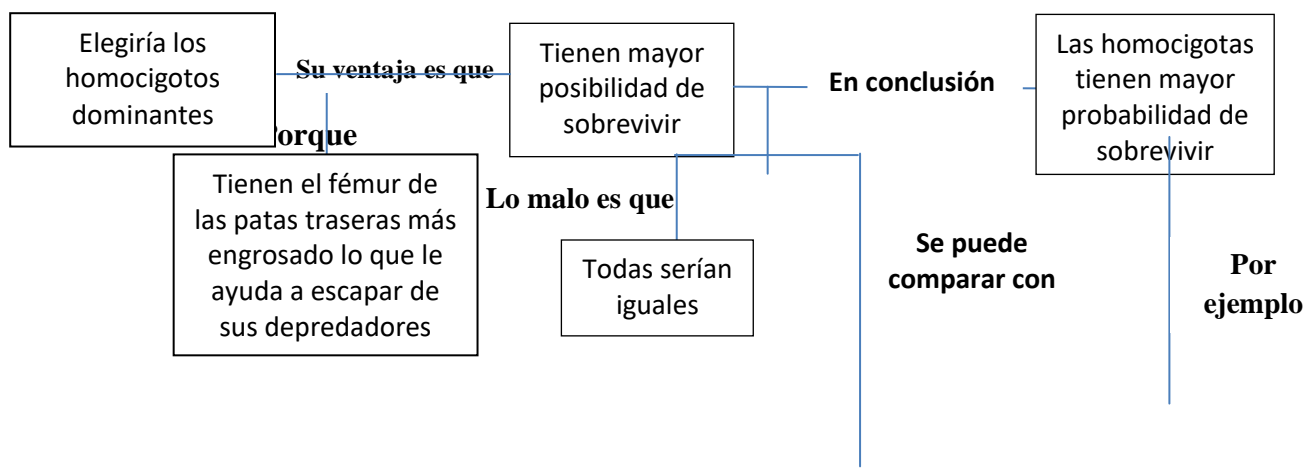
Siguiendo la secuencia de la actividad de evaluación diseñada y ya sólo con la participación de 7 estudiantes, continúa con el punto 4:

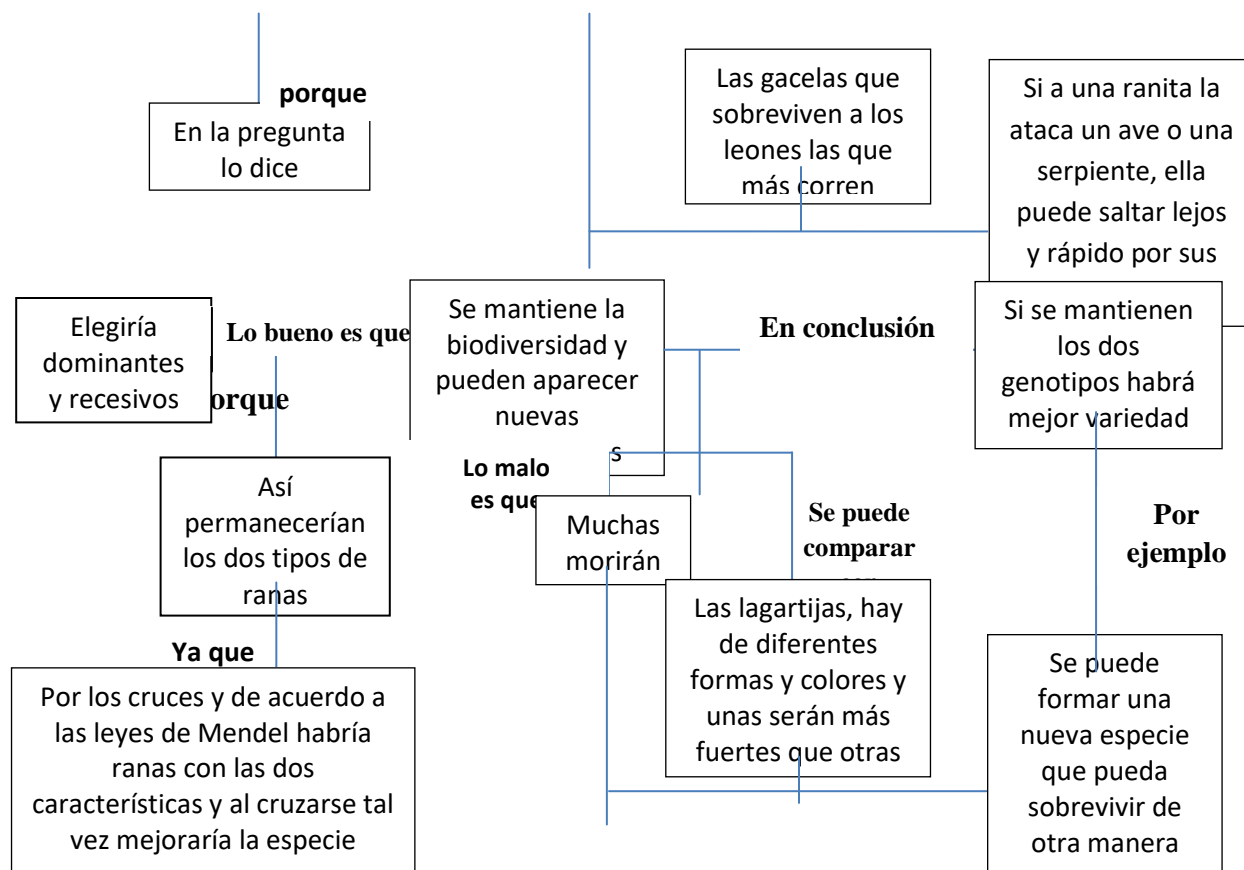
El cabello oscuro y el color marrón de los ojos se consideran dominantes sobre el cabello claro y los ojos azules. Un hombre de cabello oscuro y ojos marrón tiene dos hijos con una mujer de cabello claro y ojos azules; uno de los hijos tiene cabello claro y ojos marrón y el otro tiene ojos azules y cabello oscuro. Realiza el cuadro de Punnett para determinar los genotipos de estos dos hijos. Establece cuál es la posibilidad de que un tercer hijo tenga el cabello claro y los ojos de color marrón. Argumenta tu respuesta.

Para esta situación ningún estudiante presentó la respuesta correcta o un escrito con validez formal, evidenciándose más que una dificultad para argumentar, una deficiencia en el manejo de la tercera ley de Mendel, debido a que en este punto solo participaban 7 estudiantes, no se podría generalizar esta situación con todos los estudiantes del curso. Sin embargo, si se identifica como un aspecto por mejorar en cuanto a la conceptualización y aplicación de la ley, para evidenciar mejor comprensión en los estudiantes. Debido a esto no se presentan observaciones en los textos construidos, diferentes a las presentadas en los otros puntos.

Finalmente, en la final de la actividad solo participan 2 estudiantes, para dar el ganador del juego. De ellos uno dio la respuesta acertada y el otro participante a pesar de no dar con la respuesta correcta si presentó una buena argumentación para su tesis, como se muestra a continuación:

Ilustración 7. Ejemplo respuesta de estudiante dato correcto al punto cinco de la evaluación. (AFP4E7)





Fuente: elaboración propia

En estos textos finales, se observa una mayor fluidez y pertinencia entre las frases, los conectores son empleados de manera acertada y se identifican todos los componentes de un texto argumentativo, es decir presentan validez formal y secuencia textual, los datos y las conclusiones son concordantes, así mismo la justificación principal es aceptable, aunque una presenta una fundamentación pertinente, mientras la otra no. La argumentación: ventaja, inconveniente y comparación son válidos y el ejemplo está basado en la conclusión construida. Con estos textos se muestra un gran avance en el desarrollo de la habilidad argumentativa y el manejo de las leyes de Mendel, teniendo en cuenta los textos construidos inicialmente, demostrando la utilidad de la unidad didáctica diseñada.

Para este último punto no se realiza un análisis más profundo ya que solo representa un 7% de la población del grupo, sin embargo, si es válido resaltar que en el diagnóstico no se presentó ni un texto argumentativo con la calidad de los construidos a esta instancia del desarrollo del proyecto. Para efectos del juego y dinámica en clase y por sugerencia de todo el grupo de clase se declaró un empate entre los dos finalistas del juego, ya que ambos argumentos eran válidos y fueron defendidos muy bien.

Aun se evidencian muchas deficiencias y dificultades, pero cabe destacar que los estudiantes no estaban familiarizados con la actividad de argumentar sus respuestas o decisiones o no por lo menos de acuerdo al esquema de Sardá y Sanmartí.

Para cada punto resuelto se realizaba la retroalimentación con todo el grupo, aclarando dudas e inquietudes sea con el tema o con la argumentación. En esta retroalimentación, se buscó además que los estudiantes evaluaran la importancia de la argumentación, de acuerdo a su experiencia con la unidad didáctica, para lo cual muchos coincidieron en que esta actividad los conducía a pensar y organizar mejor sus ideas, de esta manera lo aprendido en las explicaciones y actividades era aplicado y recordado con mayor facilidad. Podían definir como útil lo visto en clase y era aplicado de manera inconsciente a situaciones que observaban en su entorno. Confiesan que en muchas ocasiones sus argumentos fueron tan pobres porque “les daba pereza pensar”, inicialmente les parecía muy larga la respuesta que debían dar y no sabían de donde sacar la información, ya que debían interpretar el enunciado dado y el resultado de los cruces, sin embargo, a medida que se realizaban los ejercicios les era más fácil construir los textos argumentativos y les permitía expresar de manera más completa y clara sus ideas.

5.15. Discusión

El desarrollo de la unidad didáctica diseñada y presentada en el presente proyecto evidencia una evolución por parte de los estudiantes en cuanto a la construcción de textos argumentativos de acuerdo al esquema de Sardá y Sanmartí, sin embargo, es notoria la deficiencia en la

construcción de textos coherentes y válidos, teniendo en cuenta todos los componentes de un texto argumentativo. Desde este punto de vista, ¿el hecho de que los estudiantes no cumplan con todos los ítems presentados en el esquema adaptado por Sardá y Sanmartí indica que los estudiantes no construyen argumentos válidos? En este aspecto es válido aclarar que el presente proyecto se basó en esta adaptación ya que permite evaluar de manera clara y precisa las construcciones textuales de los estudiantes, a través de criterios claros de comparación para determinar el desarrollo o no de esta habilidad, por medio no solo del análisis de la estructura del texto, sino también de su anatomía y fisiología. Sin embargo, cuando se menciona que algunos de los textos presentados no tienen validez o no son coherentes se hace referencia al cumplimiento de las subcategorías evaluadas, de acuerdo al esquema de Sardá y Sanmartí, lo que indica que estos mismos textos evaluados desde otras perspectivas pueden tratarse de argumentos completos y coherentes.

La evolución presentada en la elaboración de los textos terminada la aplicación de la unidad didáctica, nos lleva a preguntarnos sobre las razones de los resultados obtenidos, en este aspecto los diagnósticos realizados juegan un papel crucial para un diseño apropiado de la unidad didáctica, ya que son el punto de partida para determinar desde donde se debe retomar el concepto a manejar para permitir que los estudiantes se apropien de él y modifiquen sus ideas previas y lo más importante aún y eje del presente proyecto, es determinar el estado de la habilidad argumentativa en los estudiantes, lo que permitió diseñar la unidad didáctica de tal manera que en la aplicación de cada actividad los estudiantes incorporaran paulatinamente los componentes de un texto argumentativo y de esta manera complementarían sus ideas y les permitiera exponer las razones de sus ideas y deducciones, cuestionándolos acerca de sus propias reflexiones.

6. CONCLUSIONES

La aplicación de la unidad didáctica si permitió el desarrollo de la competencia argumentativa en los estudiantes, de acuerdo al modelo adaptado por Sardá y Sanmartí, cuando se enfrentaban a situaciones problema, contextuales, en el campo de las leyes de Mendel.

El desarrollo de la competencia argumentativa permite a los estudiantes apropiarse del conocimiento, permitiéndole así aproximarse al conocimiento científico y sobre todo reconociendo la aplicabilidad de los conocimientos y habilidades adquiridas.

Las prácticas inadecuadas de clase limitan no solo el aprendizaje de los estudiantes, sino también el desarrollo de habilidades y destrezas necesarias para desenvolverse en su contexto, en el campo profesional y laboral.

Los estudiantes pueden justificar con facilidad los datos o respuestas dadas, explicando el porqué de su elección y decisión, muchas veces desde sus propias experiencias y percepciones y en algunas otras desde teorías científicas o procedimientos demostrables, lo que les permite dar una respuesta más veraz y comprobable, que además les facilita el autoanálisis frente a sus procesos mentales.

Los estudiantes presentan grandes dificultades a la hora de elaborar un texto escrito coherente y con secuencia, expresan sus ideas de manera particular y aislada, sin conectar de manera lógica y pertinente las frases. Por lo tanto, sus textos no tienen fluidez, ni permiten reforzar la tesis con los diferentes componentes del texto, por el contrario a menudo se contradicen, emplean tautologías o argumentos que en nada se vinculan la tesis dada, su justificación o conclusión.

Al momento de comparar o ejemplificar, los estudiantes evidencian una gran dificultad y más que esto una confusión, ya que, a pesar de las explicaciones y ejercicios prácticos, se les dificulta comparar su respuesta con otras opciones y revalidar la tesis dada, o relacionar el dato con situaciones de la vida cotidiana, de sus experiencias o conocimientos.

Ambas situaciones se presentan porque les cuesta trabajo reconocer un criterio de comparación o un punto de referencia para hacer la relación, seguramente con la práctica del ejercicio se pueden superar estas dificultades.

El empleo del esquema de Sardá y Sanmartí permite tanto a los estudiantes como a los docentes reconocer de manera clara los componentes del texto argumentativo, su función y anatomía de esta manera se puede realizar una evaluación más precisa y conducir a los estudiantes a expresar sus ideas y conclusiones de manera más concisa y valedera, con fundamentos en los aspectos teóricos manejados.

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

7. RECOMENDACIONES.

Es importante que las instituciones educativas incorporen procesos en donde la reflexión crítica sea el eje central, porque a través de ella se generan espacios argumentativos que posibiliten a los estudiantes potenciar actitudes y destrezas frente al conocimiento de las ciencias.

El fortalecimiento de la práctica docente por medio de capacitación y formación en argumentación sería muy valioso para las instituciones educativas y los estudiantes, porque permitiría al docente realizar propuestas e innovaciones en el aula transformando su práctica docente, llevando a los estudiantes a que se vuelvan agentes de desarrollo de su conocimiento.

En el momento de evaluar la competencia argumentativa en los estudiantes, se debe tener en cuenta no solo la estructura del texto que ellos escriben o la anatomía de estos, sino también el discurso oral, se debe priorizar y generar espacios de discusión en donde escuchemos a los estudiantes apoyar o refutar una idea que se da en la clase de ciencias.

Para evaluar la argumentación de los estudiantes en la clase de ciencias, no solamente se debe hacer con la metodología que propone Sarda y Sanmartí. Es importante resaltar que en este trabajo se tomó lo que sugieren estas autoras para evaluar la estructura, anatomía y fisiología que debe tener un texto argumentativo, pero hay otras formas incluso un poco menos complejas de evaluar un texto argumentativo de estudiantes de secundaria.

La argumentación en el aula no solamente debe ser en la de ciencias, se debe implementar la argumentación como eje transversal en todas las áreas del conocimiento en la escuela, porque es a través de la competencia argumentativa que los estudiantes pueden desarrollar su pensamiento críticamente no solo frente a la academia sino también frente a la sociedad y su ser.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cañal, P. (1997). El diseño de unidades didácticas: fundamentación y procedimientos. En: Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa. Sevilla, España: Editorial Diada. 109-132.

Capsulasdigitaleseducativas2015).http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_8/S/SM/SM_S_G08_U04_L03.pdf

Cardona, D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE.

Duschl, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: Promover estrategias de retroalimentación. Enseñanzas de las ciencias.

Franco, L., Narváez, L. & Ospina, N. (2012) *Incidencia de una unidad didáctica acerca del tema “mezclas y Sustancias”, en el desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes del grado 4° de básica primaria de la institución educativa Eladia Mejía, del municipio de Dosquebradas*. Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Gómez, A., Sanmartí, N. & Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. Barcelona: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Cinvestav - Unidad Monterrey. Educación en Ciencias. Monterrey, México. Universidad Autónoma de Barcelona Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.

Henao, B. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la Perspectiva de Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos, Programa Internacional de Doctorado, Enseñanza de las

Ciencias,DepartamentodeDidácticasEspecíficasEn:http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/144/1/Henao_Sierra.pdf

Henao, B. & Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. N°1, Vol. 7.

Jimenez Aleixandre, M. P. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), pp. 359-370.

Jiménez, M. (2014). *Diseño e implementación de una unidad didáctica interactiva apoyada en tic, para la enseñanza-aprendizaje significativo del tema genética, de ciencias naturales en estudiantes del grado octavo, institución educativa José maría vélez, Medellín*. Universidad Nacional de Colombia Sede – Medellín, Antioquia, Colombia.

Pandiella, S., Macías, A & Quevedo, A. (2013). Competencias Lingüísticas-Científicas en la Formación de Ciencias. Un Estudio Exploratorio. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*. Volumen 4, Número 2, Junio 2013. Página 78. Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. República Argentina

Ruiz, F., Tamayo, O. & Márquez, C.(2013). “La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes”. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 29-52. Manizales: Universidad de Caldas.

Ruiz, F. (2012). Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.

Sánchez, L., González, J. & García, A. (2013). “La argumentación en la enseñanza de las ciencias”. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 11-28. Manizales: Universidad de Caldas.

Sanmartí, Neus. (2000). Diseño de unidades didácticas. Didáctica de las ciencias experimentales Autor: Francisco J. Perales Palacios y Pedro Cañal de León Editorial Marfil.

Sardá, A. & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), pp 405-422

Tamayo, Ó.E. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

Tamayo, A., Vasco, C., De la torre, M., Quiceno, C., García, L. Y Giraldo, A. (2010). La clase multimodal Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación. Universidad Autónoma de Manizales, Caldas, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/368/1/Clase%20multimodal%20y%20la%20formaci%C3%B3n%20y%20evoluci%C3%B3n.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Acciones de producción y pensamiento

INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGUACLARA TULUÁ

Nombre del estudiante:		Fecha:	Grado: Noveno
<i>Competencias que desarrollará el estudiante</i>		Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.	
<i>Acciones concretas de pensamiento y de producción</i>			
<i>Me aproximo al conocimiento...</i>	Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.		
<i>Manejo conocimiento...</i>	Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético.		
<i>Desarrollo compromisos...</i>	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos sólidos.		
<i>Identificación de modelos explicativos</i>			
1. Lee con atención: Cuando un padre duda si un hijo es biológicamente de él, para corroborarlo se puede solicitar un examen de paternidad, el cual se practica extrayéndole sangre al supuesto padre, al hijo o hija y a la madre, con el fin de hacerle una prueba para comparar las secuencias del ADN. Sin		2. Lee con atención la siguiente situación: A Juana, mi compañera de la escuela le detectaron una enfermedad que se llama anemia falciforme que provoca dificultad para la circulación de los glóbulos rojos, por ello se obstruyen los vasos sanguíneos y causan	

<p>embargo, se debe tener en cuenta que la semejanza entre dos personas no se presenta solamente a nivel de ADN sino que existe un conjunto de características físicas observables que también se pueden compartir. ¿Has escuchado la expresión: “De tal palo, tal astilla”? ¿Para qué crees que se utiliza esta expresión?</p>	<p>síntomas como dolor en las extremidades. Los médicos le preguntaron si en su familia había alguien que sufriera de la enfermedad y al parecer la mamá de Juana si la tiene. Cuando ella me contó, me pregunté: ¿Por qué los médicos preguntaron si algún familiar de Juana tenía la enfermedad?</p>
<p><i>1.1 Explica tu respuesta aquí:</i></p>	<p><i>2.1 Explica tu respuesta aquí:</i></p>
<p>3. ¿Qué aplicaciones crees que tiene el estudio de la herencia en general? Explica tu respuesta</p>	
<p>4. El año pasado mi mamá compró una pareja de conejos, un macho negro y una hembra blanca. Al cabo de un mes, tuvieron 4 conejitos negros. Nos causó mucha curiosidad, ya que pensamos que todos iban a nacer grises. ¿Por qué crees que nacieron de ese color? Explica tu respuesta</p>	

5. De acuerdo con la pregunta anterior analiza las siguientes explicaciones y responde: a. Todos nacieron negros porque la hembra permaneció dentro de su “casa” todo el tiempo de gestación. b. La distribución de colores está dada por los sexos, es decir, todos son machos como el papá. c. En la primera generación todos los hijos nacen con las características de uno de los padres con características dominantes. d. ¿Qué opinas? ¿Qué crees que pudo haber pasado? Explica tu respuesta

6. De acuerdo con la pregunta anterior ¿Crees que esto sucede en todos los animales? Explica tu respuesta

7. Las personas con albinismo tienen la piel y el cabello blanco y ojos de color claro. Esto es debido a que sus cuerpos no producen algo llamado melanina, un pigmento que da color a estas partes de nuestro cuerpo. ¿Crees que el albinismo es una enfermedad hereditaria? Explica tu respuesta

8. ¿Cómo crees que se heredan los caracteres de una generación a otra? Explica tu respuesta


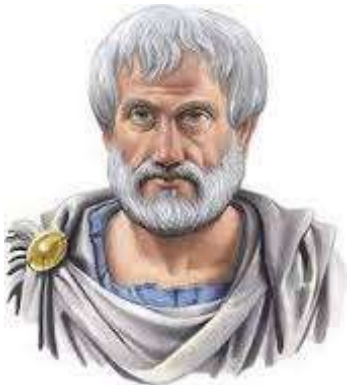
9. Una madre de alquiler de raza blanca se presta a gestar al hijo de una pareja de color. ¿Crees que el hijo será blanco, negro o mulato? Explica tu respuesta

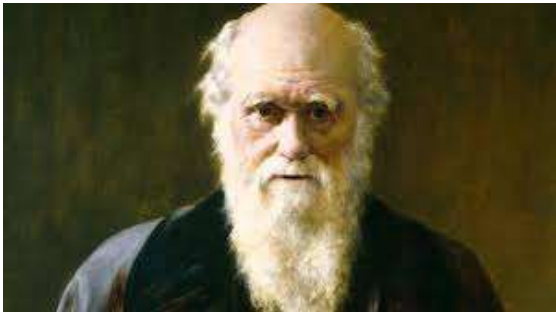
10. Carlos tuvo dos hijos con su primera esposa Ximena (niño y niña), años después tuvo un hijo (niño) con su segunda esposa Ángela. Los tres hijos de Carlos son muy parecidos a él. ¿A qué crees que se debe que los tres hijos de Carlos se parezcan tanto a él y no a sus esposas? Explica tu respuesta


Anexo 2.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGUACLARA TULUÁ

Nombre del estudiante:	Fecha:	Grado: Noveno
<i>Competencias que desarrollará el estudiante</i>	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.	
<i>Acciones concretas de pensamiento y de producción</i>		
<i>Me aproximo al conocimiento...</i>	Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	
<i>Manejo conocimiento...</i>	Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético.	
<i>Desarrollo compromisos...</i>	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista,	

	<p>los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos sólidos.</p>
<p>Actividad 1. Unidad didáctica Herencia histórica</p>	
<p>1.Lee con atención y participa en la explicación:</p> <p>Desde hace miles de años los seres humanos se preguntan ¿Por qué plantas, animales y hombres son tan parecidos a sus padres o antecesores?, esta pregunta los condujo a realizar observaciones en los organismos que se encontraban a su alrededor y a generar distintas hipótesis al respecto, algunas de ellas las veremos a continuación.</p>	
<p>HIPÓCRATES (460-377 A.C)</p> 	<p>Propuso que ciertas partículas específicas, o "semillas", eran producidas por todas las partes del cuerpo y se transmitían a la descendencia en el momento de la concepción, y esto hacía que ciertas partes de los hijos se asemejen a esas mismas partes de los padres.</p>
<p>ARISTÓTELES (384-322 A.C)</p> 	<p>Postuló que el semen del macho estaba formado por ingredientes imperfectamente mezclados, algunos de los cuales fueron heredados de generaciones pasadas. En la fecundación – propuso– el semen masculino se mezclaba con el "semen femenino", el fluido menstrual, dándole forma y potencia (dynamis) a la sustancia amorfa. A partir de este material se formaba la carne y la sangre cuando se desarrollaba la progenie.</p>

<p><i>Charles Darwin</i> (1809-1882)</p> 	<p>Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que da por resultado una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, se podría predecir que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo.</p>
--	---

<p>JEAN BAPTISTE DE MONET (1744-1829)</p> 	<p>Los seres vivos pueden sufrir cambios a lo largo de su vida para adaptarse a las circunstancias cambiantes o nuevas del medio en que habitan (es decir, los seres vivos evolucionan). Estos cambios son caracteres adquiridos, ya que no se heredan de los progenitores, y se originan por el uso continuado o el desuso de ciertos órganos o partes del cuerpo a lo largo de la vida. Dichos nuevos caracteres se transmiten a la descendencia y se van perfeccionando a lo largo de generaciones.</p>
--	--

CRITERIO	HIPOCRATES	ARISTOTELES	DARWIN	LAMARCK

2. En una tabla como la anterior registra la comparación entre las diferentes teorías.

3. Participa en socialización y discusión en clase

4. RESPONDE:

- a. *¿Cuál teoría consideras la acertada? Argumenta tu respuesta, teniendo en cuenta las indicaciones de la docente.*
- b. *Intercambia tu respuesta con un compañero e indica si estás de acuerdo o no con sus afirmaciones, explica por qué.*



Anexo 3.

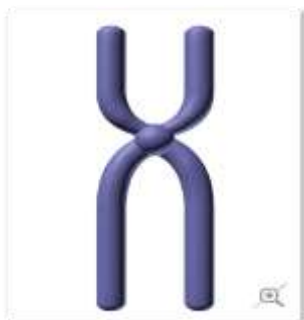
INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGUACLARA TULUÁ

Nombre del estudiante:	Fecha:	Grado: Noveno
<i>Competencias que desarrollará el estudiante</i>	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.	
<i>Acciones concretas de pensamiento y de producción</i>		
<i>Me aproximo al conocimiento...</i>	Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	
<i>Manejo conocimiento...</i>	Relaciona los conceptos de cromosoma, gen y alelo	
<i>Desarrollo compromisos...</i>	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos sólidos.	
<i>Actividad 2 Unidad didáctica</i>		
<i>Sabías que...A lo largo de gran parte de la historia de la humanidad todos en el mundo tenían ojos</i>		

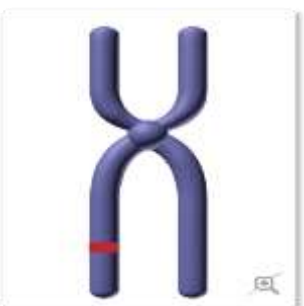
marrones. Luego, una mutación dio origen a los ojos azules en un individuo que nació en algún lugar del Mar Muerto. En este recorrido entenderás porque pasó esto.

1. CROMOSOMA

En el núcleo de cada célula, la molécula de ADN se empaqueta en estructuras similares a hilos llamadas cromosomas. Cada cromosoma se compone de ADN estrechamente enrollada muchas veces alrededor



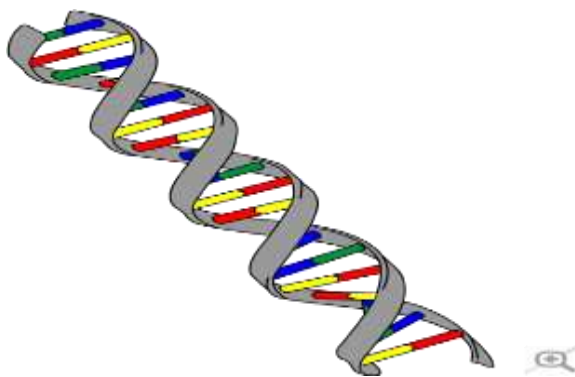
de las proteínas llamadas histonas. El cromosoma tiene un punto central llamado centrómero, que divide al cromosoma en dos secciones o “brazos”. El brazo corto del cromosoma se etiqueta el “brazo p”. El brazo largo del cromosoma se etiqueta el “brazo q” la ubicación del centrómero en cada cromosoma da el cromosoma su forma característica, y se puede utilizar para ayudar a describir la localización de genes específicos.

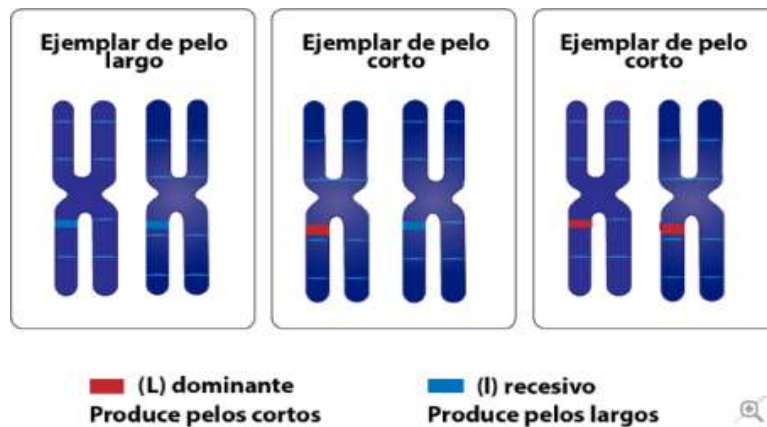
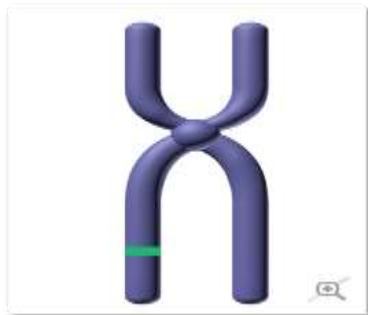


GEN

El ácido desoxirribonucleico (ADN) es la base de datos de información química que lleva el conjunto completo de instrucciones para la célula. Cada gen contiene un conjunto particular de instrucciones, por lo general de codificación para una proteína en particular o

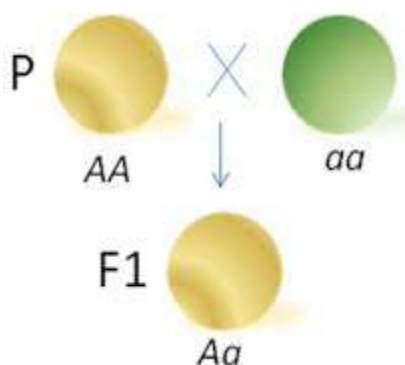
para una función particular.



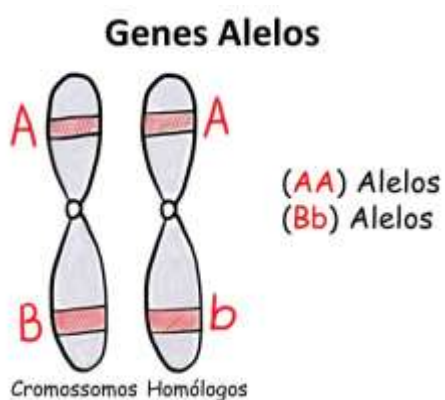


En el núcleo de cada célula, la molécula de ADN se empaqueta en estructuras similares a hilos. Un alelo es una forma alternativa de un gen (un miembro de un par) que se encuentra en una posición específica en un cromosoma específico. Estas codificaciones de ADN que determinan los rasgos distintivos que pueden transmitirse de padres a hijos. El proceso por el que los alelos se transmiten fue descubierto por Gregor Mendel y formulado en lo que se conoce como la ley de Mendel de la segregación. (Contenidos para aprender. Ministerio de educación)

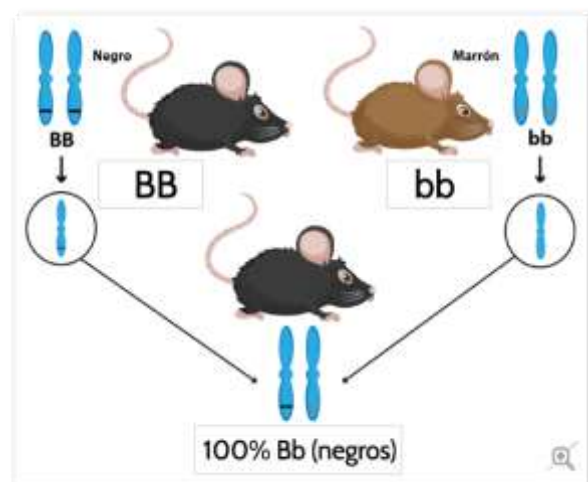
Ejemplos: existe el gen del color de la semilla en plantas de guisante en dos formas, una forma o alelo para el color amarilla de la semilla (A) y el otro para el color de la semilla verde (a).



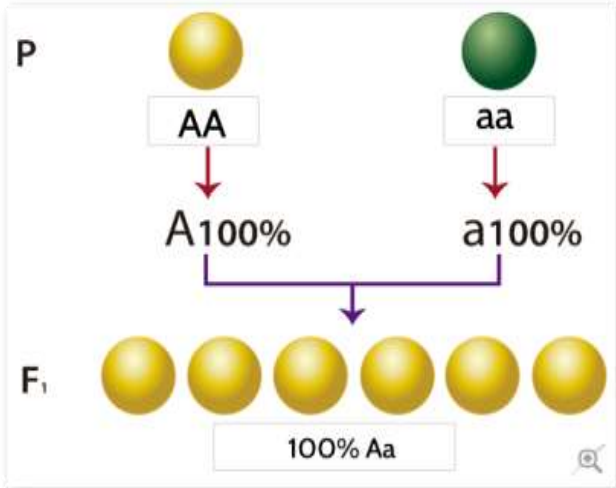
En un individuo los dos alelos para un determinado rasgo pueden ser diferentes. Por ejemplo, una planta de arveja puede heredar un gen para semilla amarilla y el otro alelo para semilla verde. Las semillas que produce la planta son amarillas. En este caso uno de los alelos encubre los efectos del otro, ese alelo que



se pone de manifiesto (gen para color amarillo) se llama DOMINANTE. El alelo que queda oculto no puede expresarse (gen para color verde) se denomina RECESIVO. Se asigna una letra mayúscula al gen dominante, y la correspondiente minúscula al gen recesivo: A= gen para el alelo dominante a= gen para el alelo recesivo.



Partiendo de la observación de las representaciones, explica cuál es el alelo dominante y el recesivo.



Explica aquí:

Realiza dos ejemplos cotidianos de cruce, en el que se evidencien los alelos dominantes y recesivos.

Mi abuela me contó que un día un señor de raza blanca que estaba casado con una señora también de raza blanca quería tener un hijo. El señor tuvo que ausentarse un año de la casa por cuestiones de

trabajo, mientras estaba por fuera su esposa le comunico que estaba en embarazo, el señor estaba muy contento. A los nueve meses nace el niño de raza negra la esposa sorprendida no sabía que decirle a su madre, ella argumentaba que siempre le ha sido fiel a su esposo que no se explica que pasó. La madre de la esposa le dice que tiene que afrontar la situación cuando el esposo llegue. Y se llegó el día en que regresó el esposo y cuando llegó a la casa dijo con voz fuerte quiero conocer a mi hijo. La esposa no sabía qué hacer ni que decirle, no quería mostrarle el niño a su padre, pero este le dijo déjame ver a mi hijo, cuando el esposo vio a su hijo dijo: “Hay tan hermoso es igualito a mi mamá”

¿Tú crees que esto es posible? Explica tu respuesta

En una familia el abuelo paterno tiene los ojos de color verde y la abuela paterna tiene los ojos de color café, el abuelo y la abuela materna tiene los ojos de color café. Si el padre tiene ojos de color café y la madre también, pero el hijo sale con los ojos verdes. ¿Qué color de ojos es el dominante y cuál es el recesivo? Explica tu respuesta.

¿Crees que siempre los hijos heredan todos los rasgos de sus padres? Explica tu respuesta

Si cruzo dos plantas, una con flores rojas y la otra con flores blancas, la planta con flores rojas el alelo es dominante y la planta de flores blancas el alelo es recesivo. ¿La planta cruzada tendría flores de qué color? Explica tu respuesta

Anexo 4.**INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGUACLARA TULUÁ**

Nombre del estudiante:	Fecha:	Grado: Noveno
<i>Competencias que desarrollará el estudiante</i>	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.	
<i>Acciones concretas de pensamiento y de producción</i>		
<i>Me aproximo al conocimiento...</i>	Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	
<i>Manejo conocimiento...</i>	Fenotipo y genotipo, cruces con uno y dos rasgos.	
<i>Desarrollo compromisos...</i>	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos sólidos.	
Actividad 3. Unidad didáctica		
Fenotipo		
<p>Constituye las características observables de un organismo, tales como forma, tamaño, color, y el comportamiento, que resultan de la interacción de su genotipo (herencia genética total) con el medio ambiente. El fenotipo puede cambiar constantemente a lo largo de la vida de un individuo debido a los cambios ambientales y los cambios fisiológicos y morfológicos asociados con el envejecimiento. Diferentes entornos pueden influir en el desarrollo de rasgos heredados (como el tamaño, por ejemplo, se ve afectada por el suministro de alimentos disponible) y alterar la expresión por el genotipo.</p>		

Genotipo

Este es el “código interno, la información heredable” realizado por todos los organismos vivos. Esta información almacenada se utiliza como un “plan maestro” o conjunto de instrucciones para la construcción y el mantenimiento de una criatura viviente. Estas instrucciones se encuentran en casi todas las células (la parte “interna”), que están escritas en un lenguaje codificado (código genético), se copian en el momento de la división celular o la reproducción y se transmiten de una generación a la siguiente

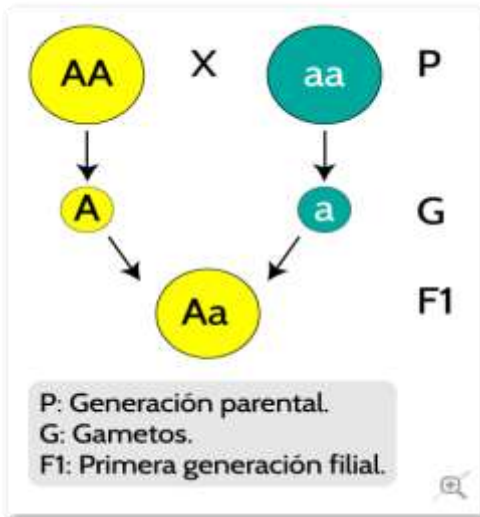


Mendel después de identificar rasgos individuales de las plantas de guisantes (el color de la flor), se dedicó a estudiar diferentes rasgos, partiendo de sus observaciones y con los conocimientos actuales que se tienen sobre los alelos y cromosomas, se realizó una interpretación de la información proporcionada por Mendel y se establecieron tres leyes.

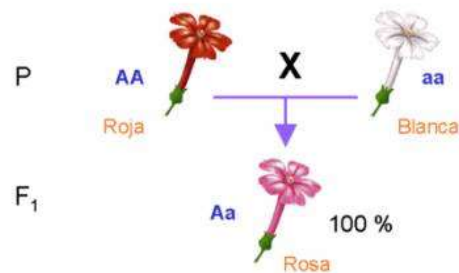
	Rasgo Dominante	Rasgo Recesivo
Forma de la semilla	lisa 	arrugada 
Color de la semilla	amarilla 	verde 
Forma de la vaina	hinchada 	contraída 
Color de la vaina	verde 	amarilla 
Color de la flor	púrpura 	blanca 
Ubicación de la flor	en las uniones de las hojas 	en las puntas de las ramas 
Tamaño de la planta	alta (1.8 a 2 m) 	enana (0.2 a 0.4 m) 

Primera ley de Mendel

Se conoce también como ley de la uniformidad de 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. Los individuos de esta primera generación filial (F1) son heterocigóticos o híbridos, pues sus genes alelos llevan información de las dos razas puras u homocigóticas: la dominante, que se manifiesta, y la recesiva, que no lo hace.

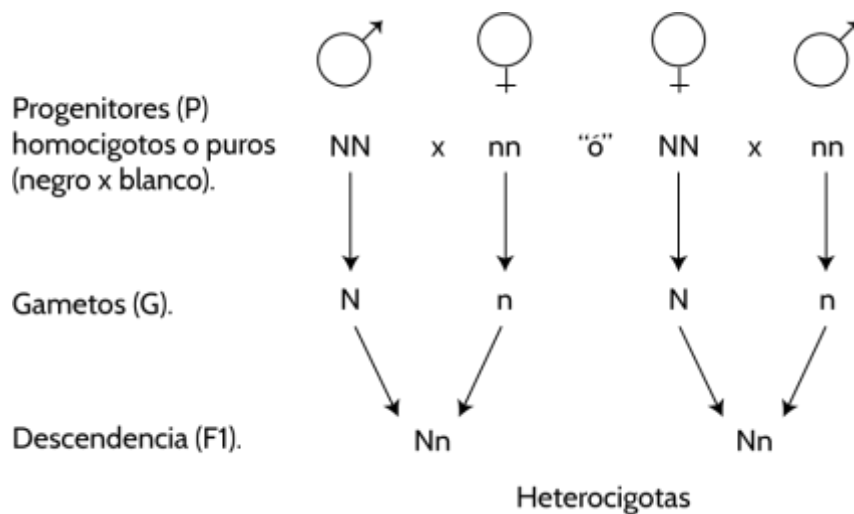


En la primera ley de Mendel también se cumple la situación en la que no se presentan herencia dominante, sino intermedia.

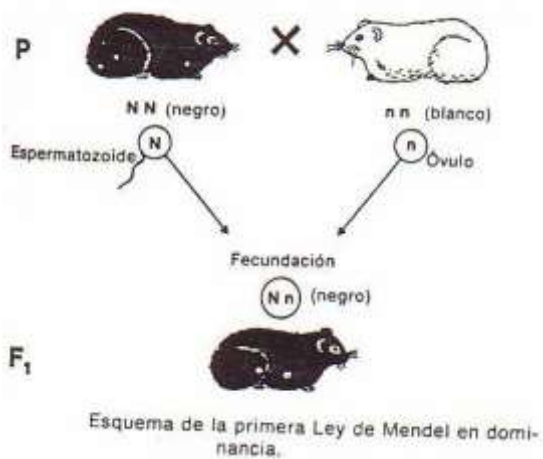


Ejemplo primera ley de Mendel

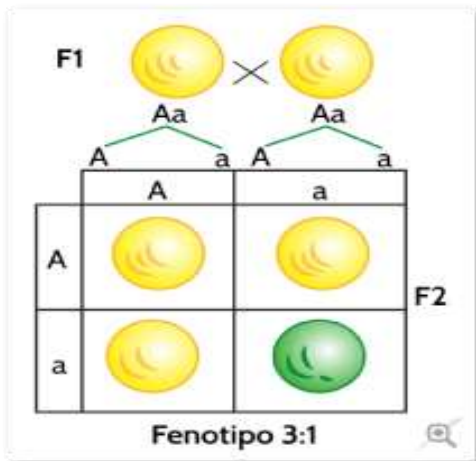
Consideremos un cruce entre dos ratones de razas puras NN (pelaje Negro) y nn (pelaje Blanco). Un gen con dos alelos controla el color de pelaje en los ratones. El alelo (N) es responsable del color negro y el alelo (n) del color blanco.



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



- La generación F1 obtiene tales factores de sus padres a través de los gametos, por lo tanto en cada individuo existe un factor por cada progenitor.
- El alelo dominante se expresa fenotípicamente y excluye totalmente en la condición heterocigota al recesivo.



Segunda ley de Mendel

Se denomina también como separación o disyunción de los alelos, Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación (F1) del experimento anterior y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción que se indica en la figura 22. Así pues, aunque el alelo que determina la coloración verde de las semillas parecía haber desaparecido en la primera

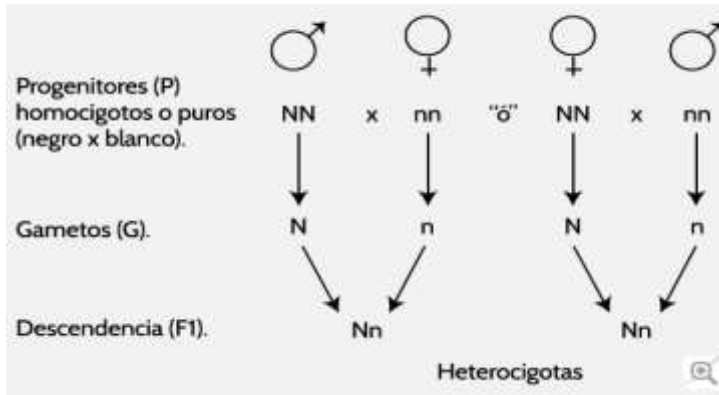
generación filial, vuelve a manifestarse en esta segunda generación, en una proporción de 3:1.

Ejemplo segunda ley de Mendel

Si partimos del cruce de dos razas puras de ratones para la expresión fenotípica obtenemos la siguiente figura

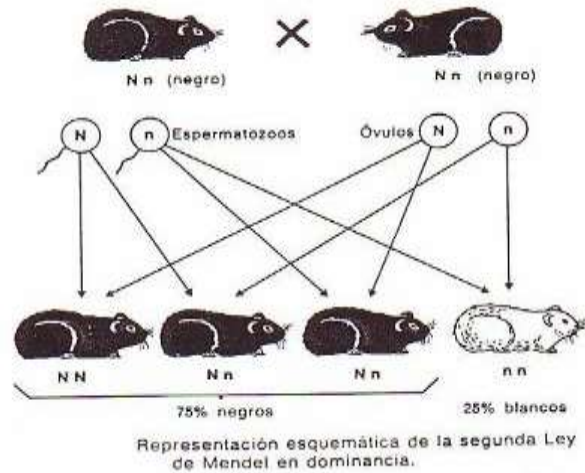
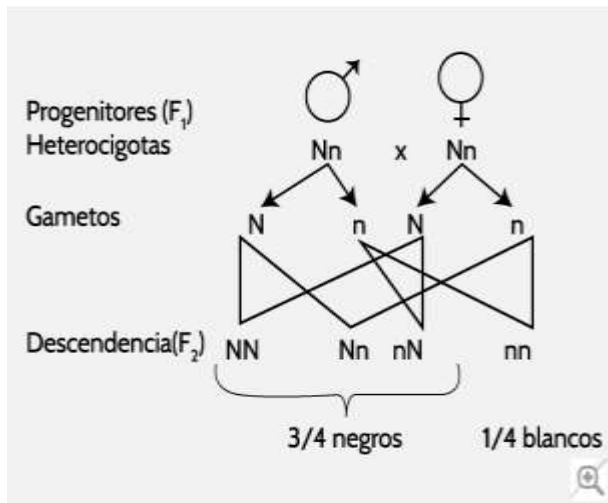
F1

Si apareamos entre obtener la segunda veremos que el “escondido” o reaparece en la F2

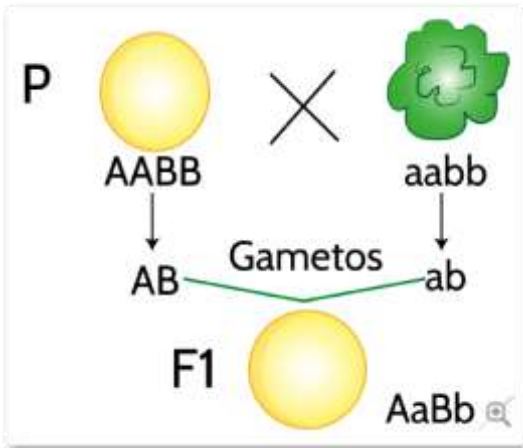


sí animales F1 para generación filial o F2 rasgo que se había desaparecido en la F1

F2



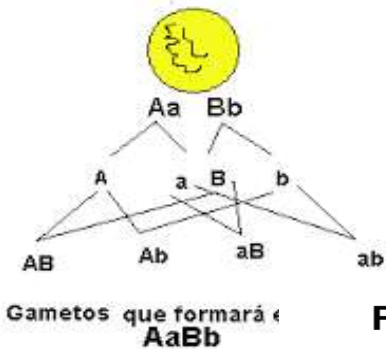
Tercera ley de Mendel



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)

Las semillas obtenidas en este cruzamiento eran todas amarillas y lisas, 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).



Estas plantas de la F1 teniendo en cuenta los cada una de las apreciar que los alelos se transmiten con otros, ya que en la filial F2 aparecen rugosos y otros que combinaciones que no

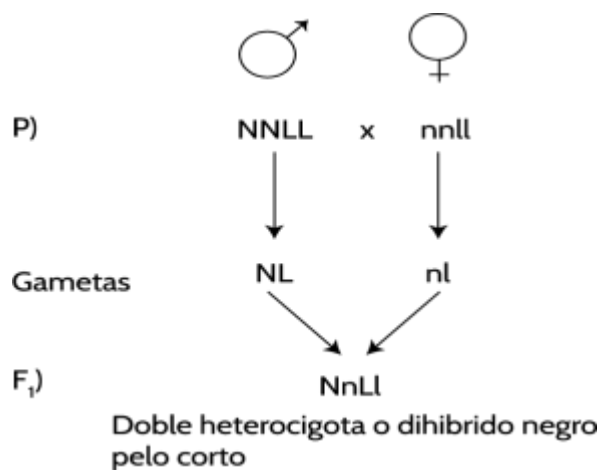
	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb
F ₂	9/16AB	3/16Ab	3/16aB	1/16 ab

se cruzan entre sí, gametos que formarán plantas. Se puede de los distintos genes independenciamos de segunda generación guisantes amarillos y son verdes y lisos, 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.

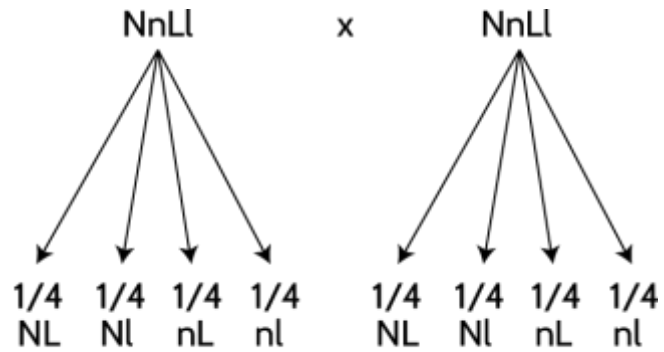
Ejemplo tercera ley de Mendel

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.



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

Progenitores P_(F1)
dihíbridos
(Negros pelo corto)



Gametos (G)

Descendencia (F₂)

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

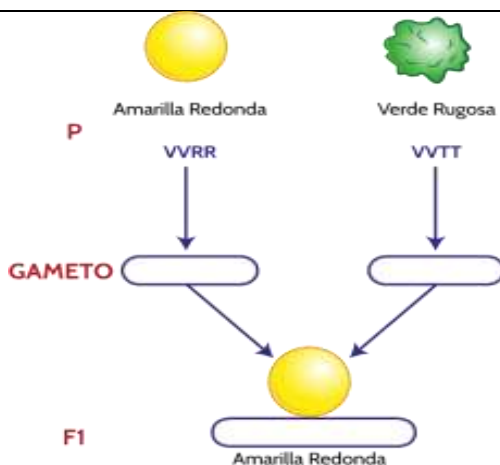
Si ubicamos los descendientes de F₂ en el tablero de Punnet: Permite describir los apareamientos y sus proporciones.

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

Tablero de Punnet con dos características color y longitud del pelaje

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

Proporción genotípica F ₂	Proporción fenotípica F ₂
$\frac{1}{16}$ NNLL	} $\frac{9}{16}$ negros pelo corto
$\frac{2}{16}$ NNll	
$\frac{2}{16}$ NnLL	
$\frac{4}{16}$ Nnll	
$\frac{2}{16}$ Nnll	} $\frac{3}{16}$ negros pelo largo
$\frac{1}{16}$ NNll	
$\frac{2}{16}$ nnLL	} $\frac{3}{16}$ blancos pelo corto
$\frac{1}{16}$ nnLL	
$\frac{1}{16}$ nnll	} $\frac{1}{16}$ blancos pelo largo



Reúnete con dos compañeros y completen la información en cada cruce para determinar las proporciones mendelianas y relacionar los genes dominantes y recesivos. Completa los gametos y los alelos de la generación F1.

¿Cuál es el alelo dominante y cual el recesivo?

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.

<i>Cruce entre VvRr X VvRr</i>	<i>VR</i>	<i>Vr</i>	<i>vR</i>	<i>Vr</i>
<i>VR</i>				
<i>Vr</i>				
<i>vR</i>				
<i>vr</i>				
<i>Proporciones de Mendel</i>				

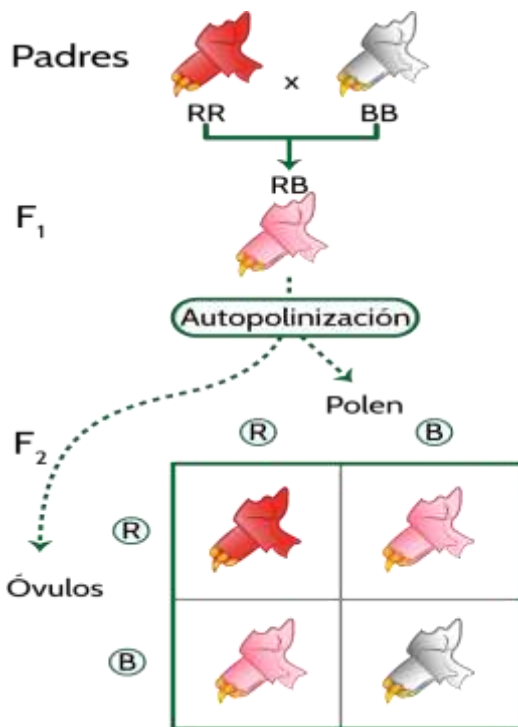
Propón dos casos en donde por medio de la aplicación de las ley 1 y 2 de Mendel (cuadros de Punnet) se pueda realizar el análisis genotípico y fenotípico de una situación.

Escríbelos aquí:

Modificaciones a las proporciones Mendelianas

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 4 casos.

- *Dominancia incompleta*
- *Alelos múltiples*
- *Codominancia*
- *Herencia ligada al sexo*



Dominancia incompleta

En el caso de dominancia incompleta, heterocigotos presentan ambos alelos simultáneamente, significa que la expresión será mezclado juntos. Por lo tanto, los heterocigotos expresan completamente nuevos fenotipos (expresiones físicas) que no son como los organismos progenitores. La dominancia incompleta, aunque no es la forma más común de la expresión, se ve en muchos organismos, incluyendo plantas, animales y seres humanos. Ejemplo: cruce entre una flor roja y blanca y la generación F₁ flor rosada.

Alelos múltiples

Muchos genes tienen más de un alelo para un determinado rasgo. Los grupos sanguíneos A, B, AB y O son ejemplos de alelos múltiples (genes A, B y O). Los alelos A y B son ambos dominantes, se dice que son codominantes, mientras que el alelo O es recesivo.

FENOTIPO	GENOTIPO
Grupo A	AA ó AO
Grupo B	BB ó BO
Grupo AB	AB
Grupo O	OO

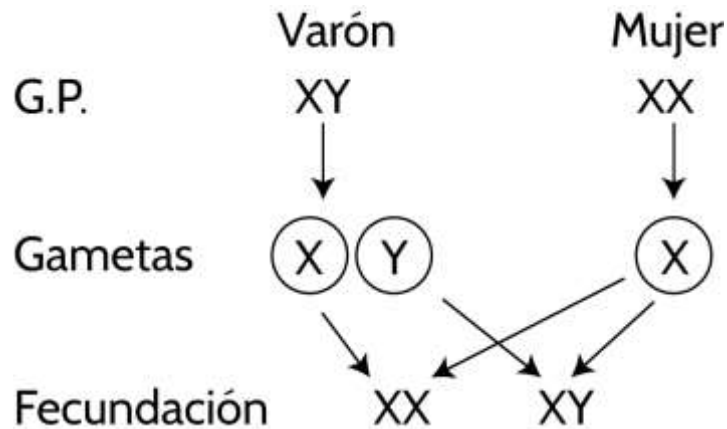
Herencia ligada al sexo

En la especie humana, los genes “diferenciadores” del sexo se encuentran en cromosomas particulares: los

Cromosomas del par sexual	sexo
Dos cromosomas X = XX	Femenino
Un cromosoma X y un cromosoma Y = XY	Masculino

cromosomas sexuales. El par sexual puede estar constituido por:

El sexo de un individuo queda determinado en el momento de la fecundación, dependiendo del cromosoma sexual que aporta el espermatozoide (X ó Y), ya que el óvulo siempre aporta un X.

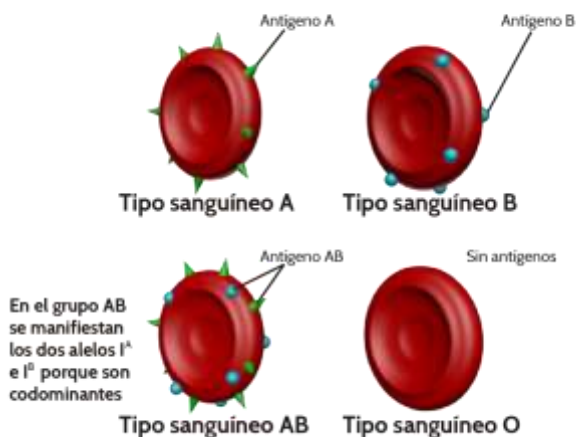


Codominancia

Es la relación entre dos versiones de un mismo gen. Los individuos reciben una versión de un gen,

Grupos sanguíneos humanos: A, B, O.

llamada alelo, de cada progenitor. Si los alelos son diferentes, normalmente se expresará el alelo dominante, mientras que el efecto del otro alelo, llamado recesivo, queda enmascarado. Pero cuando hay codominancia, entonces ningún alelo es recesivo y el fenotipo de ambos alelos es expresado.



Ejemplo: Expresión del grupo sanguíneo.

El año pasado mi mamá compró una pareja de conejos, un macho negro y una hembra blanca. Al cabo de un mes, tuvieron 4 conejitos negros. Nos causó mucha curiosidad, ya que pensamos que todos iban a nacer grises.

¿Cuál de las leyes de Mendel se evidenció en la situación? Expliquen.

¿Qué creen que pasará si los hijos de esos conejos se aparean entre ellos? ¿De qué color creen que saldrán esos conejos? Expliquen.

Analicen la siguiente situación: La mamá de Juan compró unas rosas blancas (aa) y otras rojas (AA). Las plantó en el jardín y luego de un proceso de polinización, se produjeron rosas rojas solamente. El siguiente esquema se llama cuadro de Punnet y muestra las probabilidades en el color de las flores resultantes:

femenino masculino	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

El cuadro muestra que todas las rosas “hijas” son rojas (Aa). A este carácter se le denomina **CARÁCTER DOMINANTE** porque es el que se expresa. El carácter para rosas blancas (a) es **RECESIVO**, porque queda “escondido” y no se expresa en esta primera generación.

Expliquen cuál de las Leyes de Mendel se puede inferir a partir de la situación.

*Escriban una hipótesis para explicar lo que sucedería si dos rosas “hijas” se cruzaran entre ellas.
¿De qué color serían estas nuevas rosas “hijas”?*

Dos plantas de café, una alta (Rr) y otra enana (rr) se cruzan. ¿Cómo serán las plantas resultantes? Realiza un esquema y explica.

Si un ratón de campo tiene las siguientes características: pelo negro y cola corta, ¿Podrías decir cuáles serían las características de los padres del ratón? Explica:

Plantas de arveja de semilla lisa se cruzaron con plantas de semillas rugosas. Semillas lisas es la característica dominante. ¿Cuál es el resultado de ese cruce? Explica:

--

Anexo 5.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGUACLARA TULUÁ

Nombre del estudiante:	Fecha:	Grado: Noveno
<i>Competencias que desarrollará el estudiante</i>	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva.	
<i>Acciones concretas de pensamiento y de producción</i>		
<i>Me</i>	<i>aproximo</i>	<i>al</i> Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y

<i>conocimiento...</i>	modelos científicos.
<i>Manejo conocimiento...</i>	Leyes de Mendel
<i>Desarrollo compromisos...</i>	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos sólidos.
<i>Evaluación Unidad didáctica leyes de Mendel</i>	
<p>Las Olimpiadas del Saber de las leyes de Mendel es una prueba académica que tiene como fin que los estudiantes realicen sus textos argumentativos basados en la estructura propuesta por Sardá y Sanmartí 2000. Donde los estudiantes deben estructurar de manera correcta y teniendo en cuenta la estructura, anatomía y fisiología de un texto, logren aprender como argumentar adecuadamente a una pregunta o situación que se presente en el contexto de las leyes de Mendel.</p> <p>Se realizará eliminación directa entre los estudiantes de acuerdo a las 5 rondas programadas, hasta que al final solo quede un estudiante, al terminar las pruebas el estudiante ganador se coronará el campeón de las olimpiadas.</p> <p>Las pruebas están compuestas de situaciones problemas en contexto, en donde encontrarán una pregunta, que deberán responderla con un texto argumentativo de manera escrita.</p> <p>PRIMERA RONDA: 30 minutos tiempo estimado</p> <p>Cantidad de estudiantes a participar: 28 estudiantes</p> <p>Metodología: Cada estudiante deberá contestar acertadamente una pregunta y la eliminación se dará de acuerdo a si la respuesta no es correcta, si el argumento no está completo o el tiempo que se tardara en responder. Se eliminarán 7 participantes en esta ronda.</p> <p>Nota: Los estudiantes que queden eliminados en esta ronda obtendrán una nota de 3.0 por su participación.</p>	

SEGUNDA RONDA: 20 minutos tiempo estimado

Cantidad de estudiantes a participar: 21 estudiantes.

Metodología: Cada estudiante deberá contestar acertadamente una pregunta y la eliminación se dará de acuerdo a si la respuesta no es correcta, si el argumento no está completo o el tiempo que se tardara en responder. Se eliminarán 7 participantes en esta ronda.

Nota: Los estudiantes que queden eliminados en esta ronda obtendrán una nota de 3.0 por su participación.

TERCERA RONDA: 20 minutos tiempo estimado

Cantidad de estudiantes a participar: 14 estudiantes.

Metodología: Cada estudiante deberá contestar acertadamente una pregunta y la eliminación se dará de acuerdo a si la respuesta no es correcta, si el argumento no está completo o el tiempo que se tardara en responder. Se eliminarán 7 participantes en esta ronda.

Los estudiantes que queden eliminados en esta ronda obtendrán una nota de 4.0 por su participación hasta esta ronda.

CUARTA RONDA: 20 minutos tiempo estimado

Cantidad de estudiantes a participar: 5 estudiantes.

Metodología: Cada estudiante deberá contestar acertadamente una pregunta y la eliminación se dará de acuerdo a si la respuesta no es correcta, si el argumento no está completo o el tiempo que se tardara en

responder. Se eliminarán 5 participantes en esta ronda.

Los estudiantes que queden eliminados en esta ronda obtendrán una nota de 4.5 por su participación hasta esta ronda.

QUINTA RONDA: 20 minutos tiempo estimado

Cantidad de estudiantes a participar: 2 estudiantes.

Metodología: Cada estudiante deberá contestar acertadamente una pregunta y la eliminación se dará de acuerdo a si la respuesta no es correcta, si el argumento no está completo o el tiempo que se tardara en responder. Se eliminarán 1 participante en esta ronda.

Los estudiantes que queden eliminados en esta ronda obtendrán una nota de 4.5 por su participación hasta esta ronda y el campeón del concurso se llevará una nota de 5.0

1. Un conejo blanco homocigótico, se cruza con una coneja de color negra heterocigótica. **¿Cuáles son las probabilidades para los descendientes de la F1 y la F2? (realiza un cuadro de Punnet)**
Si los conejos que tienen genotipo homocigótico, cuando son bebés mueren más fácilmente a causa de la peste, **¿cuántos adultos se obtendrán en la F2? Argumenta tu respuesta**

2. Tu familia tiene un criadero de gallinas en el cual existe un lote de varias hembras con un solo macho. El macho tiene un par de alelos dominantes que expresan para patas largas. En las hembras, algunas tienen patas largas con genotipo de alelos dominantes, otras tienen patas largas con alelos heterocigóticos y otras tienen patas cortas. Si el macho se cruza con una hembra de cada genotipo, **¿Cuáles son las probabilidades para los descendientes de cada cruce; cuáles sus genotipos y fenotipos? (realice un cuadro de Punnet)** Si las gallinas “puras” de patas largas producen más y mejor carne y las gallinas heterocigóticas producen mejores huevos. **¿Cuáles genotipos deberías mantener en el criadero para mejorar la calidad y cantidad de productos en el criadero de tu familia? Argumenta tu respuesta.**

3. La planta *Ceroxylon quinduense* H. Wendl o Palma de Cera (Árbol nacional de Colombia) llega a tener un porte de hasta 60 mts de altura. Sin embargo, en un estudio algunos botánicos encontraron que en una población de 200 palmas de cera, 50 palmas habían crecido sin ningún problema hasta llegar a su altura normal, otras 100 habían crecido más lentamente, pero habían llegado hasta la altura “normal” y otras 50 sólo llegaban a medir 20 metros. Así que piden tu

colaboración como estudiante, para que propongas la explicación a esta situación, así mismo, debes explicar **¿cómo era o es la generación parental que dio origen a las palmas de este estudio?** **Argumenta tu respuesta.**

4. El cabello oscuro y el color marrón de los ojos se consideran dominantes sobre el cabello claro y los ojos azules. Un hombre de cabello oscuro y ojos marrón tiene dos hijos con una mujer de cabello claro y ojos azules; uno de los hijos tiene cabello claro y ojos marrón y el otro tiene ojos azules y cabello oscuro.

- **Realiza el cuadro de Punnet para determinar los genotipos de estos dos hijos.**
- **Establece cuál es la posibilidad de que un tercer hijo tenga el cabello claro y los ojos de color marrón. Argumenta tu respuesta.**

5. *Cryptobatrachus nicefori* o Falsa Rana Marsupial de Boyacá es una especie colombiana cuyo hábitat se encuentra en algunas zonas de Casanare y Boyacá. Actualmente se cataloga como especie

en peligro crítico (CR) de extinción (Rueda et al., 2004).

Hace algún tiempo, un investigador colectó en el campo algunos especímenes, con el fin de estudiar su anatomía para luego devolverlos a su ambiente natural. En su estudio encontró que algunas de estas ranas poseen tres bandas negras que rodean su dorso y abdomen. Así mismo, halló que algunas ranas poseen el fémur de la pata trasera muy engrosado, lo que les permite escapar más fácilmente de sus depredadores porque pueden dar saltos más rápidos y con mayor distancia.

De otra parte, encontró ranas con tan solo una banda negra rodeando abdomen y dorso y con el fémur trasero muy delgado. Cuando realizó el muestreo genético y lo analizó, encontró que las características para las primeras ranas son dominantes homocigóticas y para las segundas, son recesivas homocigóticas.

Si se cruzan ranas de ambas características:

- **¿Qué genotipos y fenotipos se obtendrían para F1 y F2? (Realiza el cuadro de Punnet)**
- **Si se desea refaunar el hábitat con estos organismos, ¿cuáles genotipos elegiría y por qué? Argumenta tu respuesta.**

