



NIVELES ARGUMENTATIVOS A PARTIR DE LA CONTROVERSA
SOCIOCIENTÍFICA TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN GENÉTICA

YOJANA RUDAS OROZCO

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

2019

NIVELES ARGUMENTATIVOS A PARTIR DE LA CONTROVERSI
SOCIOCIENTÍFICA TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN GENÉTICA

YOJANA RUDAS OROZCO

Proyecto de grado para optar al título de Magíster en Enseñanza de las Ciencias

Tutora

Mg. LINA MARCELA BUITRAGO CHALARCA

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

2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en este proceso y permitirme alcanzar este logro en mi vida.

A la Universidad Autónoma de Manizales por brindarme todos los recursos para mejorar mi práctica docente a través del programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias

A cada uno de los profesores y tutores de cada uno de los cursos de la Maestría por sus enseñanzas

A la coordinadora de la Maestría Mg. Ana Milena López Rúa por sus enseñanzas y por su excelente calidad humana

A mi tutora Mg. Lina Marcela Buitrago Chalarca por su paciencia, colaboración, entrega, comprensión y sus enseñanzas que me permitieron guiar y desarrollar este proyecto

A mis estudiantes de grado noveno por enseñarme a mejorar mi desempeño en el aula

RESUMEN

El presente trabajo describe la investigación realizada en la Institución Educativa Distrital Técnica Ecológica La Revuelta de Santa Marta, titulada: Niveles argumentativos a partir de la controversia sociocientífica técnicas de manipulación genética. El objetivo de este proyecto es: Desarrollar niveles argumentativos (conceptuales y éticos) a partir de la controversia sociocientífica de las técnicas de manipulación genética en estudiantes de grado noveno. Las categorías de la investigación que se trabajaron fueron la argumentación y enfoque CTSA.

La metodología utilizada para llevar a cabo la investigación se enmarcó dentro del enfoque cualitativo debido a que permite explorar y describir las propiedades del fenómeno objeto de estudio. La unidad de trabajo estuvo formada por diez estudiantes, cinco niñas y 5 niños, con edades entre los 14 y 16 años a los cuales se les aplicaron diferentes instrumentos y entre estos, dos cuestionarios iniciales y dos cuestionarios finales cuyos datos fueron analizados haciendo uso de matrices, tablas y gráficas.

Los resultados de este proyecto arrojaron que la unidad de trabajo pasó de nivel de argumentación 1 a nivel de argumentación 2 y 3 tanto en los argumentos conceptuales como en los argumentos éticos.

Los resultados obtenidos en la investigación evidenciaron desde el marco de la didáctica lo ventajoso que resulta hacer uso de una unidad didáctica enfocada en una controversia sociocientífica como herramienta didáctica para lograr además del aprendizaje del conocimiento científico, el desarrollo de niveles argumentativos superiores.

Palabras clave: Argumentación, niveles argumentativos, controversias sociocientíficas técnicas de manipulación genética.

ABSTRACT

The present study describes the research carried out at Institución Etnoeducativa Distrital Intercultural La Revuelta of Santa Marta, called: Argumentative levels from the socio-scientific controversy of the genetic manipulation techniques. The aim of this project is to develop argumentative level (conceptual and ethical) from the socio-scientific controversy of the genetic manipulation techniques in ninth grade students. The categories included in the research were argumentation and CTSA approach.

The methodology developed in this research is placed within the qualitative approach due to the fact that it allows exploring and describing the properties of the phenomenon object of the study. The sample consisted of ten students, five girls and five boys, between 14 and 15 years old, to whom different instruments were applied such as: two initial and two final questionnaires whose data were analyzed by using matrices, tables and graphs.

The results of this project showed that the research sample went from level of argumentation 1 to level of argumentation 2 and 3, both in the conceptual arguments and ethical arguments.

The results obtained evidenced from the didactic framework how advantageous it is to use a didactic unit focused on a socio-scientific controversy as a didactic tool to achieve not only the learning of the scientific knowledge, but also, the development of higher argumentative levels.

Key words: argumentation, argumentative levels, socio-scientific controversies, genetic manipulation techniques.

Contenido

1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
2	JUSTIFICACIÓN.....	14
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GENERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
5	MARCO TEÓRICO	24
5.1	LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS.....	25
5.2	MODELO DE ARGUMENTACIÓN TOULMINIANA.....	26
5.3	NIVELES ARGUMENTATIVOS	28
5.4	EL ENFOQUE CTSA	29
5.5	LAS CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS Y LA DIMENSIÓN ÉTICA.....	30
5.6	HISTORIA DE LA MANIPULACIÓN DEL GENOTIPO DE LOS SERES VIVOS	32
6	METODOLOGÍA.....	37
6.1	TIPO DE ESTUDIO.....	37
6.2	DISEÑO METODOLÓGICO	38
6.2.1	Momento De Ubicación (Exploración)	38
6.2.2	Momento De Desubicación (Intervención)	39
6.2.3	Momento De Reenfoque (Cierre).....	40
6.3	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	40
6.4	DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO	47
6.5	UNIDAD DE TRABAJO.....	47
6.6	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	48
6.7	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	49
6.8	PLAN DE ANÁLISIS	52
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	55
7.1	RESULTADOS DEL MOMENTO DE UBICACIÓN	55
7.2	RESULTADOS DEL MOMENTO DE REENFOQUE	67
8	CONCLUSIONES.....	76
9	RECOMENDACIONES	78

10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
11	UNIDAD DIDÁCTICA	83

Lista de Tablas

Tabla 1. Niveles de argumentación Tamayo	29
Tabla 2. Valoración de argumentos éticos Beltrán	31
Tabla 3. Descripción de la Unidad Didáctica	42
Tabla 4. Categorías y subcategorías de análisis	51
Tabla 5. Análisis de los datos	52
Tabla 6. Niveles de argumentación	53
Tabla 7. Notación especial utilizada en el análisis de los niveles argumentativos.....	54
Tabla 8. Moda en los niveles argumentativos conceptuales iniciales	57
Tabla 9. Argumentos conceptuales iniciales de la unidad de trabajo	57
Tabla 10. Moda en los niveles argumentativos éticos iniciales.....	65
Tabla 11. Argumentos éticos iniciales de la unidad de trabajo	66
Tabla 12. Moda en los niveles argumentativos conceptuales finales	68
Tabla 13. Argumentos conceptuales finales de la unidad de trabajo.....	69
Tabla 14. Comparación niveles argumentativos iniciales y finales.....	71
Tabla 15. Moda en los niveles argumentativos éticos finales	72
Tabla 16. Argumentos éticos finales de la unidad de trabajo	73

Lista de Figuras

Figura 1. Estructura del argumento según Toulmin	26
Figura 2. Síndrome de domesticación	34
Figura 3. Hitos en la historia de la genética	36

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Niveles argumentativos conceptuales momento de ubicación	56
Gráfico 2. Niveles argumentativos éticos momento de ubicación	64
Gráfico 3. Niveles argumentativos conceptuales momento de reenfoque.....	68
Gráfico 4. Niveles argumentativos éticos momento de reenfoque	71

Lista de Anexos

Anexo 1. Cuestionario De Exploración.....	85
Anexo 2. Cuestionario De Exploración (Argumentos Éticos)	90
Anexo 3. Historia De Las Manipulaciones Genéticas.....	92
Anexo 4. Representaciones Sobre Las Técnicas De Manipulación Genética.....	95
Anexo 5. Párrafo Argumentativo	98
Anexo 6. Discusión De Un Caso Ético	100
Anexo 7. Debate Alimentos Transgénicos	104
Anexo 8. Actividad Metacognitiva	106

CAPÍTULO 1

1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la enseñanza de las ciencias naturales, en grado noveno una de las unidades que más se destaca es la relacionada con las aplicaciones de la genética. En el aprendizaje de esta unidad, los bajos niveles de argumentación por parte de los estudiantes y sus explicaciones basadas solamente en sus sentimientos y emociones dejando a un lado el conocimiento científico, reflejan en los estudiantes el uso de argumentos carentes de solidez cuando se les plantea, por ejemplo, preguntas relacionadas con temas controversiales como son, el uso de la terapia génica, la clonación y la transgénesis en los seres vivos.

Teniendo en cuenta que el discurso argumentativo, es un proceso que promueve el conocimiento de las ciencias, como lo afirma Osborne (2004): “El aprendizaje de la ciencia por parte de los estudiantes requiere de la argumentación” (p.994). Así, en clases de ciencias, es importante conocer los elementos que integran este proceso de pensamiento los cuales deben ser aprehendidos por los estudiantes para que se logre el aprendizaje de los conceptos relacionados con las aplicaciones de la ingeniería genética. Además de lo anterior, Sardá y Sanmartí (2000) sostienen: “la argumentación nos aporta una visión comprensible de la racionalidad de la ciencia y nos acerca a su epistemología por el hecho de aprender a construir afirmaciones y argumentos y a establecer relaciones coherentes para explicar los fenómenos” (p.407). Siguiendo al autor, el desarrollo de la argumentación permite que los estudiantes se apropien del discurso científico para que proporcionen explicaciones solidas relacionadas con los asuntos sociocientíficos.

Por otro lado, la influencia de la religiosidad, los valores y el contexto social en los argumentos de los estudiantes muchas veces lo evidenciamos en el aula de clase cuando se trabaja con controversias o cuestiones sociocientíficas (CS). Así, en temas como la clonación de seres vivos, los alimentos transgénicos, la terapia génica, el uso de células madres, se evidencian los valores morales en las respuestas de los estudiantes, dejando de un lado; el conocimiento científico. Con respecto a esto, Fleming (1986) citado por Prieto

(2010, p.20) realizó un trabajo de investigación con jóvenes de 17 años sobre las características de sus argumentaciones en este tipo de preguntas y sus resultados demostraron la influencia del conocimiento social y la moralidad en sus respuestas.

De acuerdo a lo anterior, problemas como el bajo nivel argumentativo por parte de los estudiantes cuando se les pide que den solución a las controversias generadas por la CS: Aplicaciones de la Ingeniería Genética y la falta de aprovechamiento de estos temas para contribuir al desarrollo de principios éticos en los estudiantes, corresponden a la realidad en muchas instituciones educativas, por lo tanto, en este trabajo el interés se centra en contribuir a que el proceso educativo de esta unidad solucione el bajo nivel argumentativo y el aprovechamiento de estos asuntos sociocientíficos que generan controversias para desarrollar principios éticos en los estudiantes de grado noveno de la IE Técnica Ecológica La Revuelta. Por esta razón se pretende realizar un trabajo que responda

¿De qué forma las cuestiones sociocientíficas favorecen el desarrollo de niveles argumentativos en los estudiantes de grado 9° de la IE Técnica Ecológica La Revuelta de Santa Marta?

2 JUSTIFICACIÓN

Dentro de los estándares de competencias en ciencias está la elaboración de argumentos por parte de los estudiantes. Incluir la capacidad de argumentación en los objetivos de la enseñanza de las ciencias significa, entre otras cosas: ... 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. (Jiménez, 2003, p.365).

Además, propiciar el desarrollo del nivel argumentativo en los estudiantes, los convierte en personas críticas con capacidad de reflexionar ante las situaciones que se les planteen en su vida diaria y en temas de actualidad, capacidad para discutir, y analizar, confrontar con sus compañeros sus pensamientos, sus valores y emociones ante cuestiones sociocientíficas como lo son las técnicas de manipulación genética.

Por lo tanto, este proyecto representaría una alternativa de solución a una de las dificultades que se observa en los estudiantes de grado noveno cuando se les enseña un tema de actualidad y controversial Técnicas de Manipulación Genética. La existencia de pocos elementos estructurales en sus discursos argumentativos cuando se les pide por ejemplo, que expongan sus puntos de vista sobre si está de acuerdo o no con la clonación, o cuál es su posición frente al tema de extracción y modificación de genes humanos, también se observa la falta de coordinación de sus ideas a la hora de expresarse, al debatir o al sostener su punto de vista, muchas veces sus explicaciones no alcanzan a persuadir a su interlocutor, y otras veces sus explicaciones se ven influenciadas por creencias religiosas, el contexto social y valores sociales.

Además, de la argumentación en clases de ciencias, el uso de cuestiones o controversias sociocientíficas constituyen un buen escenario para la contextualización de los contenidos y además se convierten en una gran herramienta para motivar y despertar el interés de los estudiantes en su aprendizaje. Por consiguiente, la argumentación en ciencias prepara a los estudiantes para transportar el conocimiento a las cuestiones relacionados con la tecnología, la sociedad y el ambiente, así lo afirman Ruiz, Tamayo y Márquez (2015): “la

argumentación ... es un medio eficaz ... para facilitar la construcción de sentido sobre los conceptos y con ello la transferencia consciente de los mismos a contextos externos al aula” (p.631). De acuerdo a lo anterior, a través de la argumentación los estudiantes elaboran explicaciones que contribuyen a resolver cuestiones sociocientíficas y controversiales propiciando así el aprendizaje de las ciencias. Además, estas cuestiones sociocientíficas constituyen una herramienta importante para visibilizar los principios éticos presentes en los estudiantes como lo afirman España y Prieto (2009): “Diferentes estudios muestran una variedad de aspectos relacionados con las oportunidades que estos problemas pueden aportar al aula de ciencias, como [...], la toma de decisiones y la capacidad de evaluar las pruebas y los aspectos morales y éticos implicados (p.345). En consecuencia, las cuestiones sociocientíficas de carácter controversial resultan ser una herramienta que puede utilizarse; también, para contribuir a desarrollar principios y valores éticos en los estudiantes.

En relación con lo anterior, según Rodino (2016) en la educación se debe: “asegurar que los valores y principios de los derechos humanos se incorporen y permeen la cotidianidad del universo educativo.” (p.24). En este sentido y debido a que las cuestiones sociocientíficas constituyen un escenario ideal para propiciar argumentos con principios éticos, este proyecto tiene fijado en uno de sus objetivos desarrollar en los estudiantes niveles argumentativos éticos específicamente aquellos que se fundamenten en los principios éticos que se encuentran implícitos en los Derechos Humanos los cuales son aceptados como principios universales propios de todo ser humano sin distinción alguna como por ejemplo el respeto a la vida y a la dignidad humana, la igualdad y la justicia.

Este trabajo de investigación aporta a la didáctica la evolución del proceso educativo que se desarrolla hasta el momento en la institución, pues este se apoya en el modelo didáctico transmisionista donde el proceso comunicativo es unidireccional docente – estudiante y no brinda escenarios para que los estudiantes expongan sus puntos de vistas, tomen posturas a favor o en contra de un asunto controversial y lo defiendan con argumentos sólidos y convincentes. Por lo tanto, el empleo de diferentes estrategias que propicien el desarrollo de los niveles de argumentación en el aula de ciencias y el desarrollo de principios éticos, con la participación activa de los estudiantes, y que incluyan

actividades de motivación para la apropiación del conocimiento científico haciendo uso de asuntos o controversias sociocientíficas constituyen los elementos para que en la Institución Educativa Técnica Ecológica La Revuelta se cumpla el propósito de la investigación: desarrollar los niveles de argumentación y además aprovechar esta controversia para desarrollar principios éticos en los estudiantes de grado noveno.

Así mismo, el Proyecto Educativo Institucional, PEI, establece el desarrollo de la argumentación haciendo uso de diferentes estrategias que incluyan la participación de los estudiantes en escenarios que propicien la discusión de temas de actualidad y que incluyan el componente tecnología, sociedad y ambiente.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar niveles argumentativos (conceptuales y éticos) a partir de la controversia sociocientífica de las técnicas de manipulación genética en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital Técnica Ecológica La Revuelta

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los niveles argumentativos conceptuales y éticos iniciales que presentan los estudiantes al trabajar la controversia sociocientífica de las técnicas de manipulación genética
- Propiciar escenarios de argumentación y de desarrollo de principios éticos a través de la aplicación de una estrategia didáctica sobre de la controversia técnicas de manipulación genética
- Evaluar los cambios en los niveles argumentativos conceptuales y éticos presentes en los estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia didáctica investigación

CAPÍTULO 2

4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El uso de la argumentación en ciencias surge de la necesidad de desarrollar este proceso en los estudiantes porque permite la construcción del conocimiento científico, la explicación de fenómenos propios de las ciencias y el uso de ese conocimiento en el contexto diario. En este apartado se encuentran los aportes de algunos autores que han trabajado la argumentación en ciencias, entre los cuales están:

El trabajo investigativo de Tamayo, Ruíz y Márquez (2015) *La argumentación en clases de ciencias: un modelo para su enseñanza* es un proyecto donde participaron cinco docentes de educación primaria los cuales debían reflexionar críticamente sobre la argumentación y su desempeño en el aula, está basado en un enfoque cualitativo y tiene como objetivos mostrar la importancia de la argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias el cual según los autores el modelo a proponer debe contener tres componentes: epistemológico, conceptual y didáctico. Los instrumentos que utilizaron los investigadores para recoger información fueron cuestionarios con preguntas abiertas y entrevistas semiestructuradas, también utilizaron otros instrumentos para recolectar información como los encuentros de reflexión crítica y grabación de clases. Estos, según Tamayo et al. (2015) buscaban recoger información sobre: "...las finalidades de la enseñanza, la identificación de procesos argumentativos en las clases grabadas, las actividades evaluativas realizadas por los docentes y las limitaciones y potencialidades del proceso" (p.634). Los resultados de dicha investigación permitieron que los investigadores concluyeran primero la importancia de que el docente reflexione sobre su pensamiento y desempeño sobre el uso de la argumentación en ciencias y segundo que tenga en cuenta sus tres componentes: epistemológico, conceptual y didáctico para que la argumentación sea más significativa.

El trabajo realizado por Sánchez, González y García (2013) *La argumentación en la enseñanza de las ciencias* destaca como la argumentación forma parte de muchas

investigaciones actualmente y la importancia de desarrollar esta habilidad debido a las demandas que exige esta sociedad del siglo XXI y reconoce el modelo de Toulmin para el análisis de la argumentación como uno de los que más ha tenido impacto en la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, la investigación realizada por Larraín y Freire (2012) sobre *El uso del discurso argumentativo en la enseñanza de las ciencias* trata de “identificar dimensiones relevantes para estudiar el uso del discurso argumentativo en la enseñanza de ciencias a gran escala” (p.134). Esta investigación fue financiada por la Universidad Alberto Hurtado de Chile y en ella los autores observaron más de cien clases de ciencias de un grupo de estudiantes de 5° y 7° básico para analizar los discursos y argumentos utilizados por estos. Los resultados de estas observaciones son coherentes con lo que afirma Roth (2006) que refiere que poco se utiliza la argumentación para la enseñanza de las ciencias. Los investigadores aplicaron un TRC, Martínez (1996) “test que representan procedimientos para evaluar el rendimiento y/o conducta de los sujetos con relación a dominios de contenidos bien definidos” (p. 653). Este instrumento les permitía determinar el nivel de las distintas dimensiones de la habilidad argumentativa puesto que evaluaba cada uno de los elementos propios de esta habilidad como razón, justificación, contraargumento, entre otros, y los resultados los llevaron a concluir que la mayoría de los estudiantes elaboran argumentos simples y comprenden contraargumentos, pero tienen dificultades para elaborar estos últimos. Estos resultados muestran que la mayoría de los estudiantes conocen los elementos del discurso argumentativo y los tienen en cuenta al momento de argumentar. En sus conclusiones, Larraín y Freire (2012) indican la importancia de trazar un plan de acción basado en el desarrollo de la capacidad argumentativa que permita superar las dificultades en el aprendizaje del conocimiento científico.

El trabajo de investigación *Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias* realizado por Sardá y Sanmartí (2000) docentes del Departamento de Didáctica de la Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona plantean el problema que presentan la mayoría de los estudiantes al momento de dar explicaciones coherentes, organizadas y estructuradas y además del poco uso del

lenguaje científico en dichas argumentaciones. Los autores plantean la hipótesis de que es necesario enseñar a los estudiantes tanto la temática científica como la estructura que debe poseer dicho conocimiento para lo cual, proponen un modelo que analiza las características de los textos orales y escritos que utiliza un grupo de 14 estudiantes sobre métodos de conservación de alimentos. Para el análisis de estos textos los investigadores diseñaron un modelo basado en la estructura de la argumentación de Toulmin el cual serviría como instrumento para evaluarla capacidad argumentativa y en donde se destacan los siguientes elementos: datos, justificación, fundamentación, argumentación, ventaja, inconveniente, comparación, conclusión, ejemplificación y el uso de conectores. Los resultados del análisis de los textos argumentativos de los estudiantes según Sardá y Sanmartí (2000) fueron: “la mayoría de las producciones de los estudiantes son secuencias textuales argumentativas completas o casi con todos los conectores del tipo lógico argumentativo explícitos. En cambio, las grandes dificultades las encontramos al analizar la fisiología de los textos” (p.421).

De acuerdo a los resultados de la investigación, estos textos argumentativos estaban mejor constituidos que los anteriores a la aplicación de este modelo. Así, según lo leído en esta investigación, el uso de este modelo argumentativo constituye una orientación para que los docentes y estudiantes evalúen la calidad de sus argumentaciones y de esta manera se puedan orientar actividades que permitan superar las dificultades en dicho proceso.

El enfoque CTSA incluye estrategias para el aprendizaje de las ciencias, sobre las que se han realizado diversas investigaciones y demuestran el vínculo que tienen estas estrategias para la formación en ciencias A continuación, se relacionan algunas investigaciones que muestran la relación enfoque CTSA-formación en ciencias y la relación enfoque CTSA-formación ética.

El trabajo de investigación Estado de arte preliminar de los aportes del enfoque CTSA en la formación ciudadana y en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales realizado por Casallas y Martínez, (2016) consiste en la recopilación de otras investigaciones sobre los aportes del enfoque CTSA en el proceso educativo de las

ciencias naturales. Los autores realizaron el análisis de los resultados de 127 investigaciones los cuales en palabras de los autores “permitieron visualizar la realidad del impacto del enfoque CTSA en el ámbito escolar en cuanto a sus aportes en los procesos de E-A de las ciencias naturales y en la formación ciudadana” (p.1260). Además, Casallas y Martínez en este trabajo destacan la incursión cada vez mayor de este enfoque en la educación en ciencias para favorecer actitudes, la reflexión y la criticidad en los estudiantes para la toma de decisiones en situaciones de su contexto.

De modo similar, la investigación presentada por Molano (2015) a la Facultad de Educación de la Universidad Pedagógica Nacional El fomento de la alfabetización científica mediante el trabajo con estudiantes de secundaria mediante la secuencia de actividades para el desarrollo de una problemática ambiental en química como requisito para optar al título de Magister en Docencia de la Química es un estudio sobre la caracterización de la alfabetización científica y tecnológica que poseen los estudiantes de noveno y décimo de la IE Alcalá de Bogotá y tiene como finalidad fomentar dicha alfabetización como lo indica Molano (2015): “...mediante la elaboración de estrategias didácticas que permitan una aproximación al trabajo científico y contribuyan en la formación de ciudadanos y ciudadanas capaces de tomar decisiones a partir de la comprensión de las relaciones CTSA” (p. 61). La investigación es de carácter mixto y los instrumentos diagnósticos utilizados fueron la cartografía ambiental y una encuesta sociodemográfica. La información recolectada por el investigador le permitió diseñar y aplicar una secuencia didáctica sobre la problemática de las aguas residuales que caen en una vertiente del río Bogotá aledaña a la institución educativa. Luego de la aplicación de dicha estrategia con enfoque CTSA el autor de dicho proyecto concluyó la pertinencia de usar problemáticas de este tipo en el aula porque permite según el investigador que los estudiantes se apropien de la problemática de su contexto sea local, regional, nacional o mundial, construyan soluciones para esta problemática y fomenten la criticidad y la toma de decisiones y por consiguiente la alfabetización de los jóvenes en ciencia y tecnología.

De acuerdo con la afirmación realizada anteriormente sobre la relación del enfoque CTSA con la formación ética, se encuentra el trabajo de investigación realizado por Posso y

Ramos *Unidad Didáctica en Educación Ambiental, Orientada a la Apropiación de los Valores del respeto y la responsabilidad, en Perspectiva CTSA* la cual tiene como objetivo potenciar los valores ambientales del respeto y la responsabilidad en estudiantes de grado sexto a partir de la aplicación de una unidad didáctica sobre educación ambiental en perspectiva CTSA, los autores diseñaron una unidad didáctica en perspectiva CTSA para fortalecer los valores ambientales del respeto y la responsabilidad observando un aprendizaje progresivo pasando por niveles bajo, alto y medio. Para el diseño de la unidad didáctica tuvieron en cuenta el modelo sugerido por Kohlberg y para el análisis de los instrumentos se apoyaron en las teorías del desarrollo moral y de las concepciones de Kohlberg para valorar la apropiación de los valores ambientales en los estudiantes. En la interpretación de los resultados luego de aplicar la unidad didáctica, los autores sostienen que se muestra un mejoramiento en los estudiantes con respecto a sus actitudes con el ambiente las cuales encierran el valor del respeto que en porcentajes se puede medir en un rango comprendido entre un 62% y un 70% y el valor de la responsabilidad donde evidenciaron una mejora entre un 48% y un 52%. Los autores concluyen que fue un éxito la aplicación de la unidad didáctica, puesto que generó mayor conciencia ambiental y la adquisición de los valores de respeto y responsabilidad hacia el cuidado del medio ambiente.

Asimismo se muestra la relación del enfoque CTSA y formación ética en la investigación *Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas* realizada por Pinzón y Salazar (2015) que tiene como objetivos identificar los razonamientos éticos y morales que realizan los estudiantes de grado sexto sobre una situación polémica como la legalización de la dosis personal en Colombia y conocer los nexos de las situaciones CTSA con la formación en ética y en la moral de los estudiantes. Las actividades utilizadas por el profesor para plantear la situación polémica fueron el desarrollo de exposiciones por parte de los estudiantes sobre el tema clases de sustancias psicoactivas y sus efectos en el organismo en las cuales el profesor les realizaba preguntas para que reflexionaran y evidenciaran su postura ética y moral. También trabajaron en equipo para discutir sobre aspectos positivos y negativos de la

legalización de la dosis personal en Colombia. Dichas actividades según los investigadores arrojaron como resultados el uso que hacen los estudiantes del conocimiento científico para comprender, reflexionar y analizar las cuestiones CTSA y donde además realizan el razonamiento moral y evidencian sus valores éticos al criticar y tomar posturas en contra de la despenalización de las sustancias psicoactivas, favoreciendo así la participación activa de los estudiantes, criticidad y toma de posturas frente a una controversia. El razonamiento moral de los estudiantes fue analizado teniendo en cuenta los niveles y etapas morales propuestos por Kohlberg y arrojó como resultado que el razonamiento moral en cada actividad de la cuestión sociocientífica permea las etapas del nivel preconvencional y convencional es decir que sus razonamientos parten del egocentrismo e intereses individuales hasta la conciencia social y el bien común, la dignidad y los derechos.

5 MARCO TEÓRICO

Las bases teóricas que sustentan el presente proyecto de investigación y lo delimitan tiene en cuenta el análisis de las categorías objeto de este estudio. La primera de estas categorías es la argumentación en ciencias como proceso de pensamiento facilitador de la construcción de conocimiento científico, propiciador de la toma de decisiones y la criticidad. En este marco teórico se hace una síntesis de los elementos estructurales de los modelos argumentativos utilizados en ciencias. Para la caracterización de los discursos argumentativos de los estudiantes, se toma para esta investigación el aporte realizado por Tamayo (2014) quien hace una adaptación de los niveles de argumentación de Osborne (2004) donde se relacionan los elementos del modelo argumentativo de Toulmin estableciendo así unos niveles de argumentación que van desde argumentos básicos los cuales se ubican en nivel 1 hasta los argumentos más sólidos con más de una refutación que se ubican en el nivel 6, el más alto.

La segunda categoría, el enfoque CTSA, que promueve la formación en ciencias y sirve para contextualizar en el aula el conocimiento científico con la realidad social. Asuntos como, por ejemplo, la modificación de genes por medio de la transgénesis, la clonación y la terapia génica, entre otros, generan espacios de discusión y debate. Además, como lo veremos más adelante, el enfoque CTSA en ciencias tiene relación con el desarrollo de la dimensión ética y moral por que al tratar temas que tienen que ver con la vida, revelan el pensamiento ético, religioso y moral de los estudiantes. Prueba de lo anterior, son los aportes de Fernández, Morales y Cruz (2016), Pinzón y Salazar (2012), sobre la relación existente entre los asuntos sociocientíficos de tipo CTSA con el razonamiento ético y moral de los estudiantes, poniendo especial énfasis en que la educación en ciencias también debe estar dirigida a la formación de valores éticos y morales, hacia el propio yo y hacia los demás como son el respeto, la justicia, la igualdad, la dignidad, entre otros.

5.1 LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS

La argumentación en ciencias es un proceso de pensamiento superior de gran importancia en el ámbito educativo puesto que posee elementos estructurales para que los estudiantes comprendan los fenómenos y las teorías científicas y puedan hacer uso de lo que saben para resolver situaciones que se les presenten en su contexto, asimismo le permita tomar decisiones responsables y ser críticos, además teniendo en cuenta estos elementos, pueden sustentar y defender ese conocimiento científico ante un interlocutor o un auditorio.

Ahora, uno de los objetivos de la presente investigación está orientado a identificar la calidad de los argumentos de los estudiantes cuando se aborda un tema controversial como lo son las técnicas de manipulación genética. De acuerdo con los antecedentes consultados sobre la estructura de la argumentación, la calidad de esta será analizada desde la propuesta de Tamayo (2014) la cual contempla seis niveles argumentativos en los que se relacionan los elementos estructurales del modelo de Toulmin. En el nivel uno se ubican los argumentos básicos y en el nivel seis los argumentos más estructurados. En la Tabla 1, se muestran los niveles de argumentación según Tamayo. y su relación con los elementos del modelo del discurso argumentativo de Toulmin.

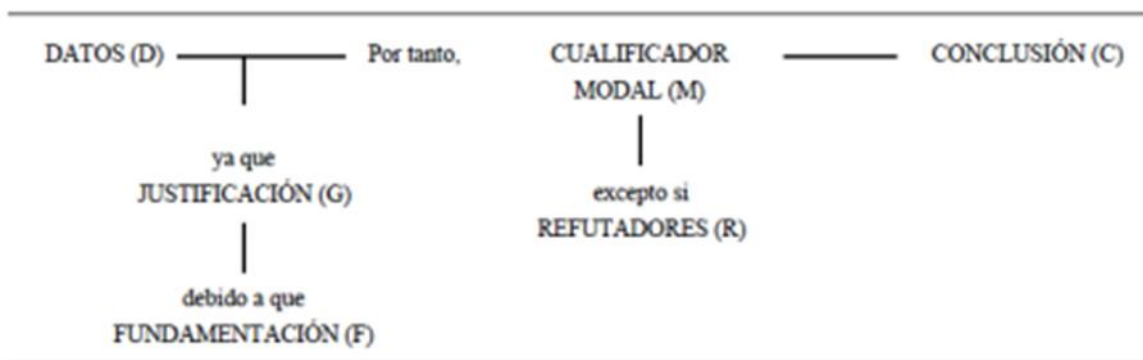
Para Ruíz, Tamayo y Bargalló (2015), el debate y la discusión en pequeños grupos constituyen el escenario ideal para que los estudiantes construyan conocimiento científico en el aula y lo apliquen en su contexto para resolver problemas. De acuerdo con lo anterior, propiciar el ejercicio de la argumentación en los estudiantes, los convierte en personas críticas con capacidad de reflexionar ante las situaciones que se les planteen en su vida diaria, capacidad para discutir, y analizar, confrontar con sus compañeros sus pensamientos, sus valores y emociones ante temas sociocientíficos como las manipulaciones genéticas.

5.2 MODELO DE ARGUMENTACIÓN TOULMINIANA

La estructura de los discursos argumentativos ha sido tomada en cuenta por diferentes investigadores para construir modelos argumentativos.

Sobre este asunto, se hace énfasis en el modelo de argumentación de Toulmin puesto que los elementos de este constituyen la base sobre la cual Osborne (2004) establece una escala de cinco niveles de argumentación los cuales son adaptados posteriormente por Tamayo (2014) en una escala de seis niveles de argumentación y corresponde al instrumento a utilizar para valorar la calidad de los argumentos de los estudiantes que forman la unidad de análisis del presente proyecto

Figura 1. Estructura del argumento según Toulmin



Fuente: Sardá y Sanmartí (2000) *Esquema del texto argumentativo según Toulmin*

Toulmin presenta un modelo de la estructura la argumentación formado por seis elementos, que se relacionan entre sí: datos, conclusión, fundamentación, garantía, respaldo, calificadores modales y contraargumentos (Figura 1). Los datos corresponden a la información relevante que proporciona un argumento y permiten elaborar una conclusión; la justificación relaciona los datos con la conclusión; el respaldo o fundamentación sustenta la justificación por medio del conocimiento teórico; los calificadores modales son

expresiones que indican la calidad de un argumento y los refutadores o contraargumentos son las excepciones o restricciones de la conclusión.

Los componentes de este modelo se describen a continuación:

Afirmación. Es una aseveración de la que se va a establecer su validez.

- Evidencia. Son los hechos que apoyan la afirmación o la confirman.
- Cualificadores modales. Es un adverbio o adjetivo que le da fuerza a la afirmación.
- Justificación: Permite la conexión entre la afirmación y la evidencia.
- Respaldo: Apoya la evidencia

Contraargumento: Son las posibles excepciones o refutaciones que pueden hacer descartar la justificación.

El uso de este modelo en proyectos investigativos para indagar la estructura del discurso argumentativo empleado en ciencias ha tenido gran aceptación por los diferentes aportes y ventajas que ofrece, como se detalla a continuación:

- Este modelo permite que el estudiante reflexione a medida que construya su argumento al ir relacionando sus elementos de forma lógica, como lo afirma Sardá et al (2000): "...posibilita una metareflexión sobre las características de una argumentación científica, profundizando sobre cómo se establecen las coordinaciones y las subordinaciones, sobre el uso de los diferentes tipos de conectores sobre la no-linealidad de los razonamientos, etc." (p.408).
- La estructura argumentativa de Toulmin es mucho más completa. Si se compara con los anteriores modelos, está formado por seis elementos que

permiten construir argumentos más completos y sólidos, capaces de persuadir al interlocutor. Según Toulmin (2007): “Un argumento sólido, una afirmación bien fundamentada y firmemente respaldada es el que resiste la crítica, aquel para el que se puede presentar un caso que se aproxime al nivel requerido, si es que ha de merecer un veredicto favorable.” (p.25).

- El uso de este modelo en ciencias posibilita el debate, la discusión, aprender también del otro durante las interlocuciones, la toma de decisiones responsables, así lo afirma Jiménez y Aleixandre (2010).

5.3 NIVELES ARGUMENTATIVOS

Los niveles argumentativos muestran la calidad de los argumentos que dan los estudiantes alrededor de un concepto o una cuestión sociocientífica. La calidad de estos argumentos está relacionada con el aprendizaje del conocimiento científico. Así, para Tamayo (2015) “la argumentación es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula.” (p.629). De esta manera, los argumentos mejor elaborados refleja en los estudiantes la construcción de conocimiento científico, la comprensión de la naturaleza científica, comprensión de los fenómenos naturales, la capacidad de discutir, analizar, confrontar con sus compañeros asuntos socio científicos permitiendo la construcción del conocimiento, además de que refleja en ellos la toma de decisiones responsables y los convierte en personas críticas con capacidad de reflexionar ante las situaciones que se les planteen en su vida diaria.

La calidad del discurso argumentativo se puede valorar teniendo en cuenta la escala de Tamayo (2014) la cual cuenta con seis niveles. Los argumentos que se ubican en el nivel uno corresponde a argumentos básicos con una conclusión y aquellos argumentos que se ubican en el nivel seis cuentan además con contraargumentos.

Tabla 1. Niveles de argumentación Tamayo

Nivel	Descripción
1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia
2	Comprende argumentos en los que se identificaron claridad de los datos (data) y conclusión.
3	Son argumentos constituidos por datos, con conclusiones y una justificación (warrant), y sin cualificador o modalizador.
4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones (warrants) haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing), y sin contraargumento.
5	Comprende argumentos con conclusión y un contraargumento (rebuttal). Igual.
6	Comprende argumentos completos con más de un contraargumento (rebuttal).

Fuente: Tamayo (2014) Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias

5.4 EL ENFOQUE CTSA

El desarrollo de la ciencia y la tecnología han permitido mejorar la calidad de vida de las personas. Así, la producción de materiales como plásticos, detergentes, la producción de vacunas, medicamentos, la elaboración de electrodomésticos, la creación de diferentes medios de transporte, entre otros avances, han sido posibles gracias al conocimiento científico. Además, gran parte de los avances científicos y tecnológicos influyen en la salud, el medio ambiente y en la sociedad. El análisis de estas complejas relaciones es objeto del enfoque CTSA así lo afirman, Ariza, Torres y Blanco (2016): “El uso del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias, permite que los estudiantes establezcan relaciones que ayudan a comprender la dinámica científica y como ella no se da de manera aislada a un contexto social, cultural y político”, refleja la importancia de enseñar ciencias desde este enfoque.

Además de lo anterior, esta investigación reconoce que uno de los propósitos de la enseñanza de las ciencias es como indican Fernández et. al. (2014): “promover el desarrollo de la cultura científica en los estudiantes, preparándolos para el ejercicio de una ciudadanía activa y consciente” (p. 25); también tiene su función en la dimensión ética del ser humano

como afirma Holbroock (2000): “la educación científica involucra valores sociales y desarrollo personal, tanto como ideas conceptuales científicas.” (p.88). Sin duda, el enfoque CTSA contribuye a alcanzar estos propósitos, porque a partir de este se puede estructurar el conocimiento para que el estudiante comprenda un fenómeno o una teoría, tome una decisión sobre un problema social y sirva de escenario para contribuir a desarrollar valores éticos y morales.

5.5 LAS CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS Y LA DIMENSIÓN ÉTICA

En esta categoría se encuentran los asuntos sociocientíficos los cuales a su vez incluyen controversias. En este proyecto de investigación se propone abordar el asunto controversial de las técnicas de manipulación genética para desarrollar niveles argumentativos, también aprovechar el carácter interdisciplinario que poseen estos asuntos para hacer uso de esta como escenario para contribuir a desarrollar los principios éticos que se encuentran implícitos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos como son el respeto por la vida, la dignidad humana, la justicia, la igualdad.

Para tener una idea clara sobre lo que se entiende por controversias científicas se señala lo planteado por Díaz y Jiménez-Liso, (2011): “son disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad” (p.55). Así, por ejemplo, es el caso de la producción de organismos transgénicos para la alimentación, los cuales han generado posturas contrarias en diferentes grupos de la sociedad: para los agricultores y comerciantes estos alimentos les proporcionan mayores beneficios económicos que aquellos alimentos producidos de forma natural, en cambio, para ecologistas y muchos consumidores afirman que el cultivo y consumo de estos alimentos pueden afectar la biodiversidad y la salud humana.

En consecuencia, debido a la naturaleza científica, social y moral de las controversias, estas fácilmente sirven de contexto para aprender conocimiento científico y para desarrollar principios éticos desde las ciencias. Además, vale la pena aclarar que no se puede incorporar de forma directa los principios deseables en un individuo, hacerlo solo

lograría una conducta de un momento. Explicarles a los estudiantes el significado de cada principio no significa que se van apropiar de estos. Se debe incorporar o mejorar en ellos los principios deseables de forma indirecta, propiciando escenarios para su incorporación (escenario que brindan los asuntos sociocientíficos controversiales), que los mismos estudiantes se den cuenta de que esos principios deseables influyen en sus acciones personales y en su actuar con la sociedad. Para esto se tendrá como marco de referencia los principios que están implícitos en los Derechos Humanos como el respeto, la dignidad, la justicia, igualdad.

Para valorar los argumentos éticos de los estudiantes se tendrá en cuenta los niveles de argumentación ética propuestos por Beltrán (Tabla 2), donde se puede establecer que los argumentos carentes de principios éticos se ubican en el nivel 1, los argumentos que poseen razones conceptuales se ubican en el nivel 2 y los argumentos que constan de razones conceptuales y éticas se ubican en el nivel 3.

Tabla 2. Valoración de argumentos éticos Beltrán

Nivel	Descripción
1	Opinión
2	Opinión y argumentación con razones conceptuales que la apoyan
3	Opinión y argumentación con razones conceptuales y éticas que la apoyan.

Fuente: Beltrán (2010) *Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico*

El uso de los asuntos sociocientíficos la respalda Zeidler (2002) cuando afirma: “los problemas socio-científicos ofrecen todo lo que el enfoque CTSA tiene que ofrecer y, además, añaden factores como la dimensión ética de la ciencia, el razonamiento moral y el desarrollo emocional del estudiante” (p. 343). Además, Cantillo, et al. sostienen (2005): “El método de trabajo con dilemas morales (...) constituye un instrumento valioso para desarrollar en el alumnado no solo las capacidades de razonamiento sino también las afectivas, componentes ambas de un desarrollo moral completo” (p.8). Por otra parte, la

importancia de formar en valores éticos y morales radica en que los valores constituyen una guía en las acciones diarias del individuo, que les permiten diferenciar entre las prácticas correctas o incorrectas que se realizan en el campo de la ciencia, en el ámbito de la tecnología o en el ambiente, y así puedan tomar decisiones responsables para su vida y para la sociedad en que viven.

Se debe formar ciudadanos que comprendan los fenómenos y las teorías científicas, que con ese conocimiento contribuyan al desarrollo científico, tecnológico, económico de la sociedad en que vive, formar ciudadanos con principios y conductas para un buen desarrollo emocional, social, para que construyan un mundo justo, en paz, y muchas más contribuciones se logran al incorporar y afianzar principios éticos en los estudiantes.

5.6 HISTORIA DE LA MANIPULACIÓN DEL GENOTIPO DE LOS SERES VIVOS

Los avances científicos relacionados con las técnicas de manipulación genética han generado grandes beneficios para el ser humano como, por ejemplo, la producción de organismos transgénicos para la alimentación, el diagnóstico de enfermedades genéticas, la producción de tejidos u órganos a partir de células madre, la producción de sustancias humanas por otros organismos para controlar enfermedades genéticas, entre otros. Aunque estos beneficios están siendo cuestionados por gran parte de la sociedad por lo que implica moralmente el hecho de utilizar seres vivos para experimentación y manipulación con el propósito de satisfacer necesidades humanas. Por lo tanto, se aprovecha este escenario que brinda las técnicas de manipulación genética para plantear casos o dilemas éticos los cuales deben fundamentar su solución en principios éticos como lo afirma Brody: “Los científicos con frecuencia tratan de resolver los problemas éticos acumulando datos verificados que explican la situación. Esto está bien, pero no logran el resultado hasta tanto no fundamenten su actividad investigativa con valores y principios éticos” (citado por Thompson, p. 91).

Sin embargo, en las aplicaciones de estas técnicas también existen muchos riesgos implicados como los efectos negativos que pueden ocasionar los organismos transgénicos para la biodiversidad, la aparición de nuevas enfermedades, además de implicaciones éticas

y morales que se presentan con la manipulación genética de seres vivos para experimentación.

Es de aclarar que la manipulación genética, práctica tan controversial en la actualidad tuvo sus orígenes hace aproximadamente diez mil años atrás, específicamente cuando los hombres de esa época pasaron de cazadores-recolectores a cultivadores-agrícolas, es decir, esta práctica dio origen a la agricultura. En palabras de Childe (1928) el gran invento de la agricultura es: “una revolución mediante la cual el hombre dejó de ser un parásito (...) convirtiéndose en un creador emancipado de las limitaciones de su entorno” (citado por Manzanilla, 1988, p.199).

Conviene especificar que la recolección de plantas y la agricultura son dos prácticas diferentes, como lo afirma Braidwood (1960):

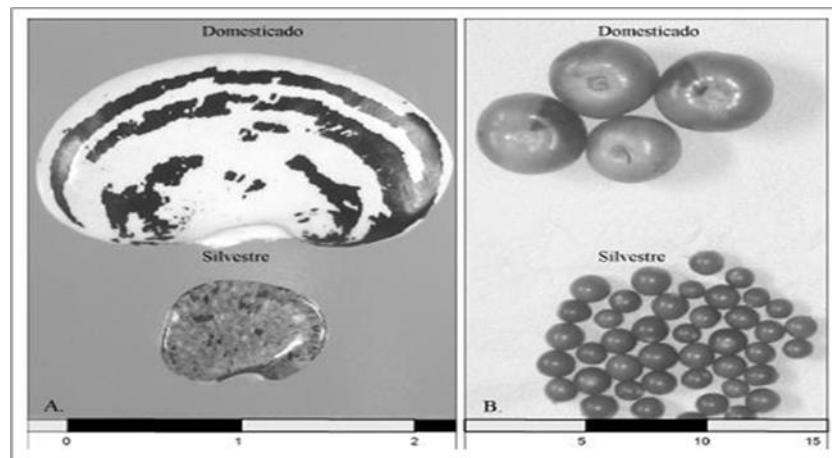
La principal diferencia entre la recolección de plantas y la agricultura es que mientras la recolección implica la cosecha directa de productos naturales, la agricultura constituye un proceso de producción a través del cual la naturaleza es transformada para controlar la disponibilidad de los recursos (citado por Díaz, 2010, p.67).

De forma similar Casas y Caballero (1995) indica: “Un manejo agrícola incluye mecanismos de manipulación de los genotipos de las plantas realizados por el hombre, siendo dicha manipulación la actividad cultural que permite al hombre adecuar la diversidad biológica a las necesidades de la sociedad humana y por lo tanto a las condiciones artificiales de manejo” (citado por Díaz, 2010, p.68). De acuerdo a lo anterior, la selección artificial está enfocada producir organismos que cumplan con las necesidades del ser humano.

Así, la producción de estos organismos se da por un proceso llamado domesticación. El caso de la domesticación en animales tuvo sus orígenes de forma paralela con la invención de la agricultura con propósitos alimenticios y como herramientas y compañeros de caza. Price (1984) señala: “La domesticación constituye una serie de

cambios progresivos y graduales en un proceso por medio del cual una población de animales se adapta al hombre y al ambiente de cautividad por una combinación de cambios genéticos que ocurren en varias generaciones y a eventos de desarrollo que son ambientalmente inducidos y recurren en cada generación” (p.32). De acuerdo a esto, al igual que en la agricultura, la domesticación de animales conlleva el paso de numerosas generaciones para que las características deseadas se fijen genéticamente.

Figura 2. Síndrome de domesticación



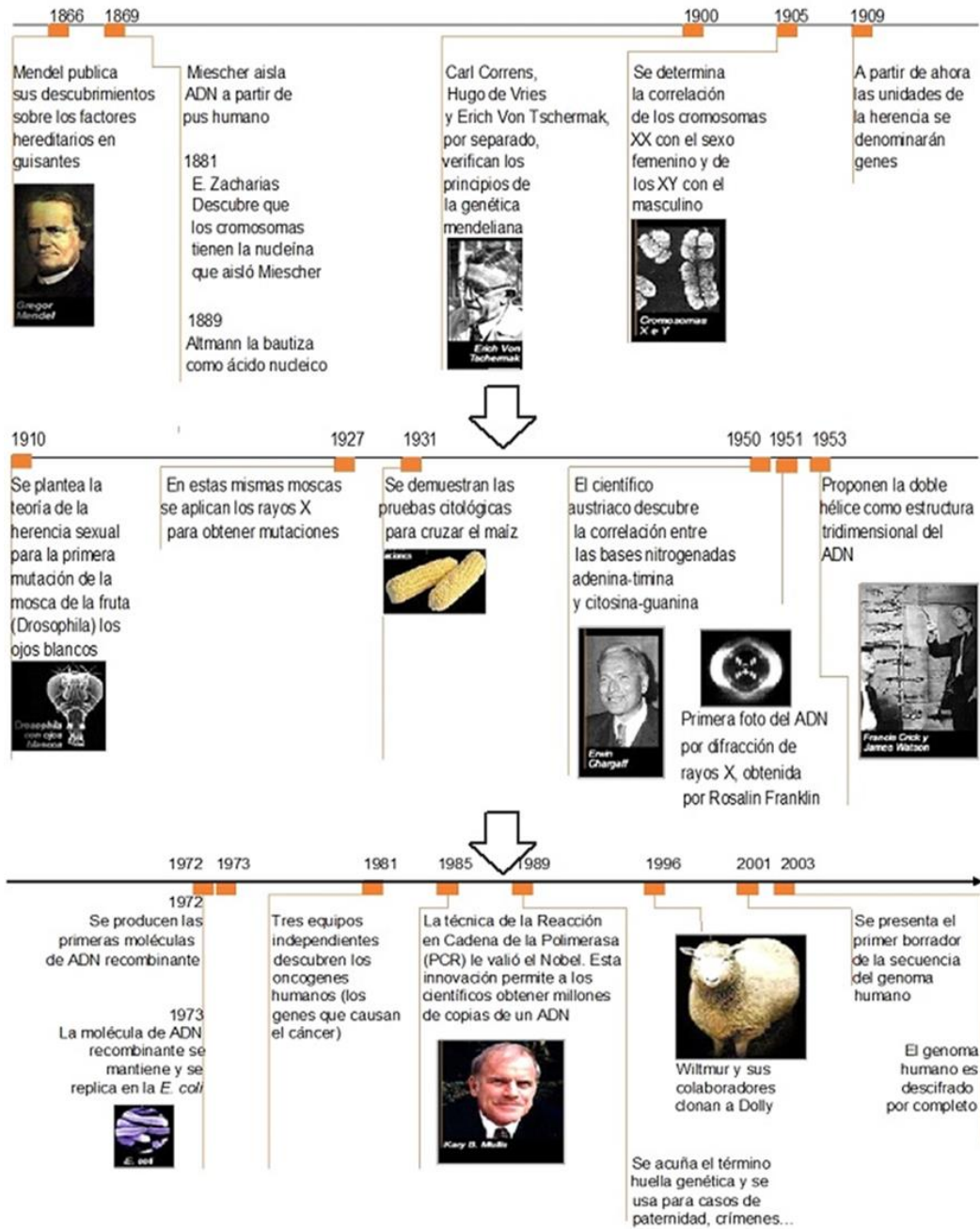
Fuente: Chacón (2010) *Darwin y la domesticación de plantas en las Américas*

Prueba de lo anterior son las ovejas, asnos, cabras, perros, los cuales provienen de animales silvestres a los que se les han seleccionado determinadas características para beneficio del ser humano. Según Camps (2014) el primer animal domesticado fue el lobo (p.2). Estudios en genética molecular demuestran que tanto los perros como los lobos grises se originaron en diferentes lugares del mundo a partir de los mismos lobos ancestrales ya extintos.

Según Camps (2014) “el lobo ha estado evolucionando como especie desde hace más de un millón de años y sin embargo las diferencias son más notables si se comparan con los perros que tienen menos tiempo de existencia”. (p. 13). Para lo cual Leakey (1981) explica:

La recombinación génica y la mutación son los procesos que dan lugar a la variación, y ambos se dan en tasa similar en la naturaleza y en los seres domesticados por el hombre. Pero en la naturaleza las variaciones suelen ser eliminadas de manera mucho más despiadada... (citado por Rabadá, 2013, p.11). Por tanto, el interés del ser humano para dar respuesta a la forma como se transmitían estos caracteres de una generación a otra fue creciendo cada vez más dando origen así a diferentes estudios que respondieran a este interrogante. Sin embargo, es solo hasta mediados del siglo XIX a partir de las investigaciones realizadas por el monje austriaco Gregor Mendel quien realizó una serie de cruces entre plantas de arveja las que les permitieron formular las leyes por las cuales se rige la transmisión de características de una generación a otra. Según Nuez (2010): “Estas leyes, perfeccionadas con la teoría cromosómica de la herencia y el descubrimiento de la naturaleza química del material hereditario, constituirían el soporte teórico fundamental de la mejora genética” (p.75). De esta manera, estos descubrimientos proporcionaron las bases científicas para que las siguientes modificaciones genéticas se realizaran desde el interior de la célula con la implicación de un menor número de genes a diferencia de las modificaciones genéticas tradicionales que comprometen gran cantidad de genes. Así surge la ingeniería genética como ciencia encargada de aislar, multiplicar y modificar genes para su estudio y aprovechamiento a través de la implementación de diferentes técnicas. En la figura 3 se muestra la línea del tiempo de los principales hitos en genética y que han abierto camino a las técnicas de modificación de genes para beneficio del ser humano.

Figura 3. Hitos en la historia de la genética



Fuente: Periódico El Mundo (2003)

CAPÍTULO 3

6 METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente proyecto se enmarca en el enfoque cualitativo debido a que permite explorar y describir las propiedades del fenómeno objeto de estudio que tiene naturaleza social, aunque se hace uso de instrumentos cuantitativos como tablas de porcentajes, gráficos circulares, entre otros, la mayor parte de la investigación busca explicar, describir, el porqué del fenómeno de investigación. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) esta metodología cualitativa “es la mejor para el estudio de los entornos naturalistas, puesto que es uno de sus pilares epistemológicos” (p.510). Además, el investigador se interna en el contexto del individuo para poder entender el problema social que se está investigando como lo menciona Hernández et al. (2010): “La investigación cualitativa se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones de seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones” (p.9). Por lo cual este enfoque se centra en entender en profundidad el fenómeno objeto de estudio en un contexto determinado.

Este estudio es de alcance descriptivo pues se orienta en describir una problemática, definir unas variables y estudiarlas y la información recolectada se restringe a las categorías de estudio, así lo afirma Sampieri (2004) “se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga” (p.95).

Con relación a lo anterior se identificaron y analizaron dos variables el nivel de los argumentos científicos y el nivel de los argumentos éticos que los estudiantes poseen para resolver cuestiones relacionadas con las técnicas de manipulación genética. Para el estudio cualitativo y descriptivo se diseñaron y aplicaron varias actividades a través de las cuales se logró ubicar a los estudiantes por niveles de argumentación.

6.2 DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se realizó en tres fases o momentos: La primera fase llamada también momento de ubicación consistió en la aplicación de dos cuestionarios (uno para identificar los niveles argumentativos conceptuales y otro para identificar los niveles de los argumentos éticos). La segunda fase o momento de desubicación fue la implementación y desarrollo de la unidad didáctica. La tercera fase o momento de reenfoque consistió en la aplicación de los cuestionarios iniciales (los mismos aplicados en la primera fase). A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los momentos del diseño de la investigación:

6.2.1 Momento De Ubicación (Exploración)

En este momento se aplicaron dos cuestionarios exploratorios. El primero consta de diez preguntas abiertas relacionadas con la controversia técnicas de manipulación genética para indagar los niveles argumentativos de los estudiantes (Anexo 1), el segundo cuestionario consta de 4 preguntas para valorar los argumentos éticos iniciales de los estudiantes al resolver controversias relacionadas con las técnicas de manipulación genética (Anexo 2). A las respuestas del cuestionario 1 se les realizó un análisis del contenido con la finalidad de ubicarlas en uno de los niveles de argumentación de Tamayo (ver Tabla 1). Del mismo modo, las respuestas de carácter ético del cuestionario 2 se les realizó un análisis del contenido para ubicarlas en uno de los niveles de argumentación de Beltrán (2010) (ver Tabla 2). Para valorar los argumentos éticos de los estudiantes se tuvo en cuenta que los argumentos carentes de principios éticos se ubican en el nivel 1, los argumentos que poseen razones conceptuales se ubican en el nivel 2 y los argumentos que constan de razones conceptuales y éticas se ubican en el nivel 3.

Por lo anterior las preguntas fueron intencionalmente diseñadas para que los estudiantes realicen argumentaciones sobre las técnicas de manipulación genética en el Cuestionario 1 y también para que elaboren argumentos éticos que permitan identificar la presencia de los principios éticos universales (dignidad humana, respeto, justicia, igualdad) en sus respuestas al Cuestionario 2.

Estos instrumentos pasaron por un proceso de validación. Inicialmente se aplicaron a un grupo de estudiantes diferentes a la unidad de trabajo para poder realizar los ajustes antes de su aplicación y luego fueron aprobados por un grupo de expertos evaluadores.

6.2.2 Momento De Desubicación (Intervención)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el momento de ubicación, se realiza inicialmente un repaso de conceptos claves sobre genética y herencia de caracteres. Luego se diseñaron una serie de actividades de aprendizaje centrales conducentes hacia la indagación dialógica estrategia que permite que los estudiantes expresen lo que saben, dan sus opiniones y hasta pueden llegar a formular hipótesis a través de escenarios de discusión grupales (De Longhi 2012).

Para abordar el estudio de las técnicas de manipulación genética como cuestión sociocientífica se elabora la unidad didáctica teniendo en cuenta el modelo propuesto por Tamayo, Vasco, Suarez, Quiceno, García y Giraldo (2010) quienes establecen seis componentes entre los cuales se seleccionaron:

- a) Componente de ideas previas el cual para esta investigación se adaptó a concepciones iniciales de los estudiantes.
- b) Historia y epistemología del concepto el cual tiene como propósito de que los estudiantes identifiquen el cambio y evolución del concepto a lo largo de la historia.
- c) Múltiples lenguajes y TIC el primer componente fue empleado para conocer las representaciones mentales que tienen los estudiantes sobre domesticación y manipulación genética, y el segundo para acceder de manera innovadora al conocimiento que se tiene sobre las técnicas de manipulación genética desde diferentes contextos (científico, ambiental, social).

- d) Argumentación (objeto de investigación de este proyecto), las actividades de este componente fueron intencionalmente diseñadas para propiciar espacios de argumentación escrita, argumentación en pequeños grupos y argumentación a través de un debate.
- e) Metacognición para este componente se realizó una actividad para que los estudiantes reflexionaran sobre la forma como aprendieron, lo que más se le facilitó aprender, lo que se les dificultó y por último el componente.
- f) Movilidad conceptual que permitió valorar el proceso de intervención didáctica, perfeccionar los argumentos científicos y éticos de los estudiantes y realizar un mejor acercamiento entre la ciencia y el individuo.

6.2.3 Momento De Reenfoque (Cierre)

En este momento se aplica nuevamente los cuestionarios 1 y 2 del momento de ubicación con la finalidad de valorar los argumentos finales de los estudiantes tanto los científicos como los éticos. La información obtenida en este momento se compara con la información obtenida en el momento de ubicación con la finalidad de identificar los cambios presentados en los niveles argumentativos de los estudiantes y así poder determinar de qué forma las cuestiones sociocientíficas favorecen el desarrollo de niveles argumentativos en los estudiantes de grado 9° de la IE Técnica Ecológica La Revuelta de Santa Marta.

6.3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

La unidad didáctica constituye una estrategia donde se secuencian y organizan una serie de actividades de enseñanza y aprendizaje a través de la cual el docente identifica los presaberes y particularidades de los estudiantes para después ser abordados por el docente con el apoyo de referentes teóricos y metodológicos y así producir el aprendizaje, esto con la finalidad de además de contribuir a la construcción de conocimiento científico, también

al desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes. En la Tabla 3, se relacionan los diferentes momentos, componentes, objetivos, actividades, metodología y el tiempo para desarrollar las actividades de la Unidad Didáctica, en la que se aborda el tema de Técnicas de Manipulación genética como cuestión sociocientífica en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital Técnica Ecológica de la Revuelta, y con la cual se pretende desarrollar en ellos los niveles argumentativos para el aprendizaje del conocimiento científico y así aportar para la formación de ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones que contribuyan al desarrollo de la sociedad. Además, con la aplicación de esta Unidad Didáctica se busca también desarrollar los niveles en sus argumentos éticos con la finalidad de propiciar en ellos los principios éticos universales como son la dignidad, el respeto, la justicia, la igualdad y de esta manera contribuir al desarrollo de la dimensión ética y moral de los estudiantes para que tomen decisiones responsables y éticas enmarcadas en los derechos humanos universales. En esta unidad se plantea la aplicación de 8 actividades las cuales permitirán identificar los niveles en los que se encuentran los argumentos de los estudiantes antes de realizar la intervención didáctica, y desarrollar mayores niveles argumentativos durante y después de la aplicación de la Unidad Didáctica.

Tabla 3. Descripción de la Unidad Didáctica

Momento	Objetivo	Componente de la UD	Actividad	Metodología de la actividad	Tiempo
Ubicación	Identificar los niveles iniciales de los argumentos científicos y de los argumentos éticos de los estudiantes al resolver preguntas relacionadas con las técnicas de manipulación genética	Concepciones iniciales	Cuestionarios de exploración (Anexo 1 y 2)	En este momento se aplican dos cuestionarios de preguntas abiertas. El primero consta de diez preguntas para indagar los niveles de los argumentos científicos iniciales (Anexo 1) y el segundo cuestionario consta de 4 preguntas para identificar los argumentos éticos iniciales (Anexo 2).	1 semana
Desubicación	Identificar el cambio y movilidad del concepto de Manipulación Genética a través de la historia Conocer las representaciones mentales que tienen los estudiantes sobre domesticación y manipulación genética acceder de manera innovadora al conocimiento que se tiene sobre las técnicas de manipulación genética desde	Historia y Epistemología, Representaciones TIC CTSA Argumentación	Lectura: Los organismos genéticamente modificados y el medio ambiente (Anexo 3)	Antes de iniciar las actividades de este componente de la UD el docente recuerda algunos conceptos claves de genética y los patrones hereditarios con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los nuevos conceptos que se verán en esta unidad: Terapia génica, transgénesis y clonación. Luego el docente propone una lectura sobre el origen de las modificaciones genéticas con el propósito de que los estudiantes aprendan a través de la historia el origen de las manipulaciones genéticas. Al final de esta se plantea un cuestionario de 4 preguntas dentro de las cuales se pretende identificar las representaciones mentales que tienen los estudiantes sobre domesticación y manipulaciones genéticas (Anexo 3).	2 semanas

diferentes contextos
(científico, social)
Propiciar espacios de
argumentación escrita,
argumentación en
pequeños grupos y
argumentación a través
de un debate

Video Origen del maíz	El docente proyectará un video sobre el origen de la planta de maíz. Con la proyección de este video los estudiantes aprenderán que los orígenes de las modificaciones genéticas se remontan desde hace 10000 años atrás. Por equipos de trabajo, los estudiantes socializarán las ideas principales y lo que más les llamó la atención de la información proporcionada en el video. En cada intervención el docente realizará la retroalimentación respectiva.	1 semana
-----------------------------	---	-------------

<p>Lecturas sobre las Técnicas de Manipulación Genética Esquemas sobre Terapia génica. Transgénesis y Clonación (Anexo 4) Párrafo argumentativo (Anexo 5)</p>	<p>El docente realizará su intervención explicando el concepto de manipulación genética y el procedimiento realizado en los laboratorios para identificar, aislar y combinar genes. Luego se hará entrega por equipos de trabajo de una lectura sobre una técnica de manipulación genética, los estudiantes socializarán las ideas principales de la técnica asignada a través de un esquema (Anexo 4). El docente realizará los aportes necesarios en cada una de las intervenciones. Luego cada estudiante realizará un párrafo argumentativo sobre estas técnicas (Anexo 5).</p>	<p>2 semana s</p>
<p>Argumentos éticos Estudio de caso: Un bebé diseñado (Anexo 6)</p>	<p>En la siguiente sesión de clases se les explica a los estudiantes con ayuda de una guía los Derechos Humanos y los principios éticos implícitos en estos, se les recalca en este momento que estos principios son los que deben fundamentar sus acciones y decisiones éticas para resolver una controversia o dilema ético. La actividad propuesta la desarrollarán en pequeños grupos y consistirá en discutir en pequeños grupos un caso ético: Un bebé</p>	<p>1 semana</p>

				diseñado (Anexo 6). Esta discusión será guiada por cuatro preguntas las cuales serán argumentadas por los estudiantes de forma escrita, los estudiantes expondrán sus puntos de vista ante sus compañeros.	
			Debate: Alimentos transgénicos (Anexo 7)	Teniendo en cuenta las explicaciones y actividades realizadas hasta el momento, por equipos de trabajo, los estudiantes defenderán a través de argumentos el impacto ambiental y social de los alimentos transgénicos. El salón se dividirá en dos grandes grupos: un grupo a favor de la producción y consumo de estos alimentos y el otro grupo en contra de estos. Para lo cual previamente a los estudiantes se les proyectará un video sobre los alimentos transgénicos https://www.youtube.com/watch?v=LfzT_gt9zFE y se orientará el debate a través de cuatro preguntas. El docente actuará como moderador y secretario en el debate.	2 semanas
Reenfoque	Evaluar el proceso de intervención didáctica a través de la valoración de los argumentos conceptuales y éticos finales de los estudiantes	Argumentación Movilidad conceptual Metacognición	Cuestionarios (Anexo 1 y 2) Actividad metacognitiva (Anexo 8)	Se aplican nuevamente los Anexos 1 y 2 del momento de ubicación para valorar el avance de los estudiantes en los niveles de los argumentos científicos y éticos Por último, se aplicará un cuestionario metacognitivo (Anexo 8) para que los estudiantes razonen sobre sus procesos mentales, la forma como	1 semana

Reflexionar sobre la forma como aprendieron los estudiantes, lo que más se le facilitó aprender, lo que se les dificultó al finalizar la aplicación de la unidad didáctica

aprendieron, lo que más se les dificultó aprender, lo que aprendieron fácilmente.

Fuente Elaboración propia

6.4 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

La institución donde se encuentra la población objeto de estudio está ubicada en la región nororiental del distrito de Santa Marta específicamente en el corregimiento de Guachaca en la vía que de Santa Marta conduce a Riohacha, es de carácter rural, y está conformada por nueve sedes: Tinajas, Cacahualito, Mexico, Colinas, Calabazo, la Estrella, la Revuelta, Jose María Cordova y San Rafael las cuales todas se encuentran a lo largo de esta vía nacional. Si se viaja desde Santa Marta a Riohacha, la primera sede que se observa es Tinajas en el Km 8 y la última la sede San Rafael en el Km 30. Es en la sede Calabazo donde se encuentra la población objeto de estudio de esta investigación. Pocos habitantes de la zona son nativos o raizales, muchos son originarios del interior del país.

Al igual que las demás sedes de la institución, la sede Calabazo se encuentra en la zona rural de la ciudad de Santa Marta, a 5 Km del Parque Natural Tayrona, perteneciente al corregimiento de Guachaca. Los padres de familia y estudiantes que viven actualmente en esta vereda no son originarios de la región, han llegado de otros lugares del país, especialmente del interior, en algunos casos la razón de habitar esta zona es porque han sido desplazados por la violencia o por motivos laborales. Gran parte de la población es evangélica, otros son testigos de Jehová y otros católicos.

6.5 UNIDAD DE TRABAJO

La población objeto de este estudio corresponde a estudiantes de grado noveno con edades comprendidas entre 14 y 16 años; el tamaño total de la población es de 20 estudiantes de los cuales 11 son mujeres y 9 hombres. El tamaño de la muestra a la cual se aplicarán los instrumentos para recolectar información y la unidad didáctica estará formada por 10 estudiantes de grado noveno. Pertenecen al estrato socio económico 1 y la mayoría viven a pocos metros de la institución. Aproximadamente la mitad de ellos viven con sus padres y la otra mitad viven con parientes diferentes a sus padres. Son un grupo homogéneo en cuanto a capacidades de aprendizaje y de trabajo en equipo.

6.6 UNIDAD DE ANÁLISIS

Teniendo en cuenta los objetivos del presente trabajo de investigación y sus bases epistemológicas y teóricas se definen dos categorías las cuales a su vez se dividen en subcategorías (Tabla 4). Las dos categorías de análisis: argumentación y enfoque CTSA están enmarcadas en los propósitos de la educación en ciencias los cuales han servido de guía y fundamento legal para orientar la elaboración de este trabajo. Dichos propósitos han sido relacionados en esta propuesta en capítulos anteriores con diferentes palabras, los cuales no está de más recordar en este apartado. Por ejemplo, el papel de la argumentación en clases de ciencias para Henao (2008):

“Hacer ciencia implica discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar ideas y explicaciones; y, de otro, enseñar y aprender ciencias requiere de estrategias basadas en el lenguaje, es decir, el aprendizaje es un proceso social, en el cual las actividades discursivas son esenciales” (p.49).

Siguiendo con lo anterior y recordando los propósitos de la educación en ciencias que tienen implícitas las categorías de análisis de este proyecto, para el caso del enfoque CTSA posibilita según Solbes y Vilches (2004) “una adecuada formación ciudadana, en su sentido más profundo, es decir, para la participación ciudadana, la responsabilidad social y la toma fundamentada de decisiones” (p.338). Además, el abordaje de una controversia sociocientífica (estrategia CTSA) como lo es las técnicas de manipulación genética para aprender ciencias y conocer su impacto en el ambiente y la sociedad hace que los estudiantes aprendan a tomar decisiones y tomen posturas críticas como lo indica Osorio (2007) para que adquieran la calidad de ser: “sujetos reflexivos, con capacidad de deliberación y juicio crítico, competentes para analizar dilemas éticos de alcance social y público, y con habilidad argumentativa para defender sus ideas (citado por Toledo, Magendzo, Gutiérrez e Iglesias, 2015, p.276).

6.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto, la muestra objeto de estudio corresponde a 10 estudiantes de grado noveno con edades comprendidas entre 14 y 16 años a los cuales se aplicaron dos instrumentos, uno para indagar y analizar los niveles argumentativos de los estudiantes al resolver preguntas relacionadas con las técnicas de manipulación genética y otro para indagar los niveles de sus argumentos éticos sobre cuestiones éticas.

Se diseñó y aplicó en un primer momento dos cuestionarios. El primer cuestionario de diez preguntas abiertas para obtener información confiable y completa que permitiera identificar las concepciones de los estudiantes sobre las técnicas de manipulación genética con el fin de evaluar su nivel de argumentación y así ubicarlos en uno de los niveles establecidos por Tamayo (2014). Sin embargo, teniendo en cuenta la información obtenida en este instrumento se realizó una adaptación de los niveles de argumentación de Tamayo al incluir el nivel 0 en el cual se ubican los argumentos sin sentido o con información irrelevante (Tabla 6). Luego, para indagar los niveles de sus argumentos éticos se les aplicó un segundo cuestionario de cuatro preguntas abiertas que buscan identificar los razonamientos éticos de los estudiantes sobre el tema de las manipulaciones genéticas para poder ubicarlos en uno de los niveles establecidos por Beltrán (2010).

En la implementación y desarrollo de la unidad didáctica se realizaron diferentes actividades que aunque cuyos resultados no fueron objeto de análisis para esta investigación, contribuyeron al enriquecimiento y afianzamiento de los conocimientos y principios éticos del estudiante en torno al tema de las manipulaciones genéticas como lecturas, desarrollo de mapas conceptuales y esquemas, debate, discusión de un caso ético en pequeños grupos, entre otras, todas como actividades preparatorias para el desarrollo de niveles argumentativos superiores y para el aprendizaje.

En el tercer y último momento se aplicaron los cuestionarios del momento inicial, luego de desarrolladas las actividades de enriquecimiento y afianzamiento de la Unidad Didáctica. Estos dos instrumentos aplicados en este último momento permitieron identificar

los avances en los niveles argumentativos conceptuales y éticos de los estudiantes después de realizar la intervención didáctica lo que permitió evaluar los cambios de los niveles argumentativos conceptuales y éticos de los estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia didáctica.

Tabla 4. Categorías y subcategorías de análisis

Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías	Autores de referencia
Desarrollar niveles argumentativos (científicos y éticos) a partir de la controversia sociocientífica de las técnicas de manipulación genética en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital Técnica Ecológica La Revuelta	-Identificar los niveles argumentativos iniciales que presentan los estudiantes al trabajar la controversia sociocientífica de las técnicas de manipulación genética	Argumentación en ciencias	Niveles argumentativos	Sardá y Sanmartí (2000) Osborne (2004) Toulmin (2007) Heno (2008) Tamayo (2011)
	-Propiciar escenarios de argumentación y de desarrollo de principios éticos a través de la aplicación de una estrategia didáctica sobre la controversia técnicas de manipulación genética	Controversia sociocientífica	Razonamientos éticos/Niveles argumentos éticos	Zeidler (2002) Solbes y Vilches (2004) España y Prieto (2009) Beltrán (2010) Pinzón y Salazar (2012) Fernández, Morales y Cruz (2016) Kohlberg (1992)
	-Evaluar los cambios de los niveles argumentativos conceptuales y éticos presentes en los estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia didáctica.			

Fuente Elaboración propia

6.8 PLAN DE ANÁLISIS

La información fue organizada y sistematizada haciendo uso de tablas, gráficos circulares donde se relacionaron los porcentajes y frecuencias que permitían ubicar a cada estudiante en determinado nivel argumentativo.

Inicialmente, las respuestas de los estudiantes a los cuestionarios 1 y 2 se ordenaron en una tabla de análisis de datos (Tabla 5), lo que permitió realizar un análisis de contenido de las categorías niveles argumentativos y niveles éticos.

Tabla 5. Análisis de los datos

Pregunta	Momento	
	Respuesta	Nivel Argumentativo

Fuente Elaboración propia

Para el análisis de cada categoría se tuvieron en cuenta diferentes parámetros los cuales se detallan a continuación:

Para el análisis de la categoría niveles argumentativos, se tuvieron en cuenta las respuestas de los estudiantes al cuestionario de exploración (Anexo 1) realizadas en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque. Los datos se organizaron en gráficos circulares donde se muestra el porcentaje de niveles argumentativos utilizados por los estudiantes para responder el cuestionario y se organizaron en tablas donde se muestra la frecuencia de los niveles argumentativos por cada estudiante de la unidad de trabajo. Estas respuestas fueron sistematizadas en la tabla de análisis de datos (Tabla 5). Luego de esto se identificó en su estructura aquellos conceptos y frases que se relacionan con la presencia de determinados elementos en un argumento (descripción de la vivencia, datos, conclusión, justificación, cualificador, contraargumento) para así ubicarlos en uno de los seis niveles argumentativos propuestos por Tamayo (Ver Tabla 1). El análisis de los niveles

argumentativos de carácter conceptual se realizó con base en la tabla de niveles de argumentación de Tamayo (2014) los cuales permiten ubicar los argumentos en niveles que van desde los más básicos hasta los argumentos mejor elaborados.

Sin embargo, teniendo en cuenta los datos obtenidos en este instrumento, a la escala anterior se adiciona el nivel 0 (Tabla 6), el cual comprende argumentos sin sentido, con información irrelevante. Así, la escala para valorar los argumentos de los estudiantes en este proyecto de investigación se ha realizado una adaptación a la escala de Tamayo, esta escala adaptada comprende 7 niveles argumentativos que inicia en el nivel 0 y termina en el nivel 6.

Tabla 6. Niveles de argumentación

Nivel	Descripción
0	Comprende argumentos sin sentido, con información irrelevante
1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia
2	Comprende argumentos en los que se identificaron claridad de los datos (data) y conclusión.
3	Son argumentos constituidos por datos, con conclusión(es) y una justificación (warrant), y sin cualificador o modalizador.
4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones (warrants) haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing), y sin contraargumento.
5	Comprende argumentos con conclusión y un contraargumento (rebuttal). Igual.
6	Comprende argumentos completos con más de un contraargumento (rebuttal).

Fuente: Adaptado de Tamayo (2014) “Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias”,

Además, para una mejor comprensión de los datos obtenidos en este instrumento y en el cuestionario 2, durante el análisis se usaron diferentes convenciones especiales las cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 7. Notación especial utilizada en el análisis de los niveles argumentativos

Convención	Descripción
P1, P2, P3	Pregunta 1, Pregunta 2, Pregunta 3
Dei, Jes, Jos, Ver	Estudiante Dei, Estudiante Jes, Estudiante Jos, y así sucesivamente
(DV)	Descripción de la vivencia
(D)	Datos
(C)	Conclusiones
(J)	Justificación
(O)	Opiniones
(AC)	Argumentos conceptuales
(AE)	Argumentos éticos

Fuente Elaboración propia

Finalmente se realiza la triangulación de la información con la finalidad de apoyar y validar la categoría objeto de estudio.

Para el análisis de la categoría niveles argumentativos éticos, se tuvieron en cuenta las respuestas al cuestionario de exploración (Anexo 2) obtenidas en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque. Al igual que los datos recolectados en la categoría anterior, los datos obtenidos en el Anexo 2 se organizaron también en gráficos circulares donde se muestra el porcentaje de niveles argumentativos éticos utilizados por los estudiantes para responder el cuestionario y también se organizaron en tablas donde se muestra la frecuencia de los niveles argumentativos por cada estudiante de la unidad de trabajo. Luego las respuestas fueron sistematizadas en la tabla de análisis de datos (Ver Tabla 5). Para analizarlas se identificó en su estructura la presencia de las categorías propuesta por Beltrán (Ver Tabla 2) y así poder ubicarlas en uno de los tres niveles donde el nivel uno indica un argumento con solo opinión y el nivel 3 indica además de razonamientos conceptuales, la presencia de principios éticos para fundamentar sus respuestas.

También para el análisis de los datos obtenidos en este cuestionario se usaron algunas convenciones descritas en la Tabla 7. Finalmente se realiza la triangulación de la información con ayuda de referentes teóricos para validar la información.

CAPÍTULO 4

7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los datos obtenidos en los instrumentos aplicados a la unidad de trabajo que fueron objeto de análisis para valorar sus argumentos conceptuales y argumentos éticos relacionados con las técnicas de manipulación genética. Como se mencionó en el capítulo anterior durante el análisis de los resultados se usaron diferentes convenciones las cuales se describen en la Tabla 7.

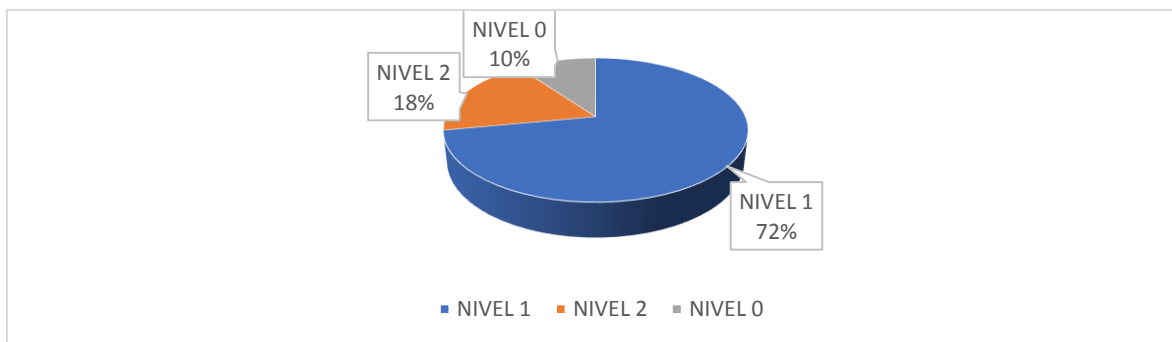
7.1 RESULTADOS DEL MOMENTO DE UBICACIÓN

El instrumento aplicado en el momento de ubicación tiene como propósito identificar los niveles argumentativos conceptuales y éticos iniciales de los estudiantes para resolver preguntas relacionadas con las técnicas de manipulación genética. El plan de análisis propuesto para evaluar los niveles argumentativos conceptuales de los estudiantes pretende hacer uso de los elementos estructurales del modelo argumentativo de Toulmin los cuales son relacionados por Tamayo, (2014) en una escala de seis niveles, donde el nivel 1 indica una argumentación básica y el nivel 6 una muy sofisticada. El plan de análisis para valorar los argumentos éticos siguió la propuesta de Beltrán (Tabla 2) lo que permitió ubicar los argumentos éticos en uno de los tres niveles donde el nivel tres indica la presencia de principios éticos para fundamentar preguntas éticas.

Al analizar la estructura de los argumentos conceptuales de los estudiantes en el cuestionario de exploración (Anexo 1) y compararla con la información de la Tabla 6, como se mencionó en el capítulo anterior, se hizo necesaria una adaptación de los niveles de argumentación de Tamayo, al adicionarse el nivel 0 en el cual se ubican los argumentos sin sentido o con información irrelevante (Tabla 6). Se comprobó que la unidad de trabajo presenta bajos niveles de argumentación tal como se muestra en la gráfica, donde se puede distinguir que el 10% de los argumentos que utilizan los estudiantes para responder el

cuestionario de exploración se ubican en el nivel 0 los cuales se caracterizan por poseer información sin sentido o sin relevancia, el 72% de los argumentos utilizados se ubican en el nivel 1 los cuales se caracterizan por ser una simple descripción de la vivencia como es el caso del argumento de Dei a la P7 Imagina que eres un investigador que desea transformar una planta de naranja por medio de la ingeniería genética para mejorar su dulzura. ¿Cuál crees que sería el procedimiento? Explica a lo que Dei responde: “Tomaría una rama de una planta de naranja dulce y la injertaría en una rama de la planta menos dulce”. Con este argumento de Dei se refleja lo vivenciado en su región donde campesinos y agricultores de la región realizan este tipo de prácticas para obtener productos con determinadas características, el 18% restante de los argumentos se ubican en el nivel 2 los cuales según Tamayo poseen datos y al menos una conclusión.

Gráfico 1. Niveles argumentativos conceptuales momento de ubicación



Fuente: Elaboración propia

Se destaca que todos los estudiantes teniendo en cuenta los niveles argumentativos que más se repiten en sus respuestas (moda) se ubican en el nivel argumentativo 1 (Tabla 8) el cual se caracteriza por comprender argumentos que son una simple descripción de la vivencia (Tamayo, 2014) u observaciones producto de su vida diaria. A continuación, se presenta inicialmente la tabla de valoración de los discursos argumentativos de los estudiantes empleados para dar respuesta al cuestionario de exploración junto con un corto análisis general del grupo.

Tabla 8. Moda en los niveles argumentativos conceptuales iniciales

Estudiante	Pregunta										Moda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dei	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Jes	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1
Jos	1	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1
Mar	1	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1
May	1	1	1	2	2	0	1	0	1	1	1
Nat	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Stic	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1
Stih	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1
Yef	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Ver	1	1	1	2	0	1	1	2	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que, en el momento de ubicación, la unidad de trabajo se ubica en el nivel argumentativo 1. Esta tabla muestra que en los argumentos a las preguntas 1, 2, 3, 7, 9 y 10 los estudiantes hacen uso de lo vivenciado u observado en su contexto. A continuación, se muestran algunas respuestas de los estudiantes donde se demuestra lo dicho anteriormente y el análisis de varias de sus respuestas.

Tabla 9. Argumentos conceptuales iniciales de la unidad de trabajo

Pregunta	Momento de Ubicación	Nivel Argumentativo
	Respuesta	

<p>P2 ¿De qué manera crees que los indígenas lograban obtener granos de maíz más grandes y nutritivos?</p>	<p>Dei: <i>Al escoger las mejores semillas para colocarlas a producir, al nacer una nueva mata sería mucho más sana cultivándola de una buena manera, abonándola y echándole agua los granos de maíz podrían ser más grandes y bonitos (DV)</i></p>	1
	<p>Nat: <i>Pues sembrando en un buen lugar con buena agua, con un suelo rico en nutrientes y algunas otras cosas más (DV)</i></p>	1
<p>P3 ¿Cuál es la diferencia entre este método utilizado por los indígenas y la ingeniería genética actual?</p>	<p>Dei: <i>La diferencia es que los indígenas todo lo que hacían era cuidando al medio ambiente de una manera muy saludable en cambio la ingeniería no lo hace de una manera tan natural. Ahora le aplican muchos químicos (DV).</i></p>	1
	<p>Stic: <i>Que anteriormente los indígenas lograban el maíz más grande y nutritivo por medio de ingerto y metodos más naturales y la ingeniería genetica se hace de otra forma con químicos alterando los genes de la planta desde la semilla y con químicos que afectan a los organismos</i></p>	1
<p>P4 En la figura se representa la clonación de un mamífero, esta técnica consiste en reemplazar el núcleo de un óvulo por el núcleo de una célula somática de un organismo adulto. Al implantar este óvulo en el útero de una hembra. ¿A quién se parecería el nuevo organismo? ¿Por qué?</p>	<p>Dei: <i>El nuevo organismo se parecería al mamífero del que fue sacado el óvulo porque sería su clon lo que hace que sea igual al otro mamífero (C)</i></p>	2
	<p>Dei: <i>el perro lo creó Dios (DV)</i></p>	1

<p>P5 Se cree que los perros se originaron a partir de la domesticación de lobos ancestrales. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Sí ___ No ___</p> <p>Si tu respuesta es afirmativa, explica ¿Qué características crees que tuvo en cuenta el ser humano para la domesticación de los lobos ancestrales? Si tu respuesta es negativa ¿Cómo crees que se originó el perro?</p>	<p>Nat: <i>Sí, pues las características son que el humano tuvo que ganarse la confianza del lobo para obtener su respeto o otra lo crio desde pequeño (DV)</i></p>	<p>1</p>
<p>P7 Imagina que eres un investigador que desea transformar una planta de naranja por medio de la ingeniería genética para mejorar su dulzura. ¿Cuál crees que sería el procedimiento? Explica</p>	<p>Dei: <i>Tomaría una rama de una planta de naranja dulce y la injertaría en una rama de la planta menos dulce (DV)</i></p>	<p>1</p>
	<p>May: <i>Cultivando aquellas plantas que den las naranjas mas dulces y las otras plantas no las cultivaría (DV)</i></p>	<p>1</p>
	<p>Nat: <i>Pues sería injertándola a una planta de naranja más dulces y asi poder mejorar la dulzura (DV)</i></p>	<p>1</p>
	<p>Yef: <i>Sería primero investigar que químico puede endulzar la fruta también puede ser abonando el terreno ya que si el terreno esta lleno de nutrientes la planta podría recoger todos los nutrientes y asi poder dar frutos mejores (DV)</i></p>	<p>1</p>
	<p>Ver: <i>Injertando la naranja agria con una mas dulce (DV)</i></p>	<p>1</p>
<p>P8 ¿Cuál crees que es la explicación al hecho de que algunas variedades de maíz puedan tolerar temperaturas bajo cero grados centígrados? Explica</p>	<p>Dei: <i>Cada planta y especie es diferente algunas variedades de maíz les afecta el frío y a otras cuando una alta temperatura también les afecta (DV)</i></p>	<p>1</p>
	<p>Stic: <i>Yo pienso que porque están genéticamente alterados para soportar bajas temperaturas (C)</i></p>	<p>2</p>

P9: La hormona del crecimiento producida por la hipófisis, estimula el crecimiento, en especial el del esqueleto y los músculos. En el laboratorio, ¿es posible sintetizar o producir esta hormona? Sí --- No --- Explica	Jos: <i>No, porque si no se puede mantener la hipófisis con vida o en funcionamiento esta no podrá producir esta hormona (DV)</i> Mar: <i>Sí porque son cosas científicas que se pueden producir (DV)</i> May: <i>Sí se puede lograr hacer porque la ciencia a avanzado mucho (DV)</i>	1 1 1
P 10. En películas como El hombre araña, Hulk, X-Men, entre otras, los personajes principales presentan mutaciones o alteraciones en su material genético las cuales les confieren “características físicas y poderes especiales”. ¿Consideras científicamente posible estas alteraciones genéticas que tuvieron estos personajes? Sí--- No--- Explica	Nat: <i>Sí con tantas cosas que se ven creo que si puede ser posible, los científicos aportan mucho a nuestra humanidad (DV)</i> Stic: <i>No yo pienso que no porque si los seres humanos fueran expuestos a las condiciones que son expuestos los personajes morirían (DV)</i>	1 1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en las tablas 8 y 9 la mayoría de los argumentos en el cuestionario de exploración corresponden a vivencias de los estudiantes producto del contexto social y familiar en el que habitan, cabe recordar que viven en una zona rural donde la actividad económica está basada principalmente en la agricultura y la mayoría de sus habitantes tienen principios religiosos arraigados donde predominan familias evangélicas y testigos de Jehová.

De acuerdo a la información representada, el estudiante Dei se ubica en el nivel 1 de argumentación 1 (Tabla 8), puesto que la mayoría de sus argumentos se encuentran en este nivel, los cuales se caracterizan como lo afirma Tamayo (2014) por tener una descripción simple de la vivencia. Lo anterior se puede evidenciar en 8 respuestas de la estudiante

donde hace uso de lo vivenciado en su contexto. Por ejemplo, en la respuesta 2, indica que *“al nacer una nueva mata sería mucho más sana cultivándola de una buena manera, abonándola y echándole agua los granos de maíz podrían ser más grandes y bonitos”* relacionando estos cuidados con lo vivido en su región donde muchos de sus pobladores se dedican a la siembra y cultivo. En la respuesta 3, la estudiante señala que *“los indígenas todo lo que hacían era cuidando al medio ambiente de una manera muy saludable en cambio la ingeniería no lo hace de una manera tan natural. Ahora le aplican muchos químicos”* se evidencia la presencia de un obstáculo epistemológico, la estudiante confunde las técnicas de ingeniería genética con el uso de sustancias química donde según Zamora (2011) estos obstáculos *“Corresponden a construcciones personales con base en lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas”* (p.78). El argumento de la respuesta 4 ubicado en el nivel 2 por contener datos (D): *“El nuevo organismo se parecería al mamífero del que fue sacado el óvulo”* (C), muestra que la estudiante concluye que el nuevo organismo será el clon de aquel que donó la célula somática pero no justifica el por qué. La respuesta 5 refleja las creencias religiosas de la estudiante y carece del uso del conocimiento disciplinar, en esta afirma que *“el perro lo creó Dios”*. Cuando se trabaja en ciencias con temas controversiales que tienen que ver con la vida se revela el pensamiento ético, religioso y moral de los estudiantes. Prueba de lo anterior, son los aportes de Fernández, Morales y Cruz (2016), Pinzón y Salazar (2012), sobre la relación existente entre los asuntos sociocientíficos de tipo CTSA con el razonamiento ético y moral de los estudiantes ampliar. La respuesta 7 ubicada en el nivel 1 evidencia el uso de la técnica de injerto realizada por los campesinos de la región para explicar cómo mejorar la dulzura de una planta de naranja. Se detecta en esta afirmación confusiones e interpretaciones incorrectas de términos relacionados con genética, donde los estudiantes en algunas ocasiones confunden técnicas y procedimientos relacionados con la genética y la herencia, para esta pregunta los estudiantes objeto de análisis confunden una técnica de reproducción vegetativa con la ingeniería genética., así lo señalan las investigaciones de Collins y Stewart (1989), Brown (1990) y Albadalejo y Lucas (1988). En la respuesta 8 *“... a algunas variedades de maíz les afecta el frío y a otras cuando una alta temperatura también les afecta”* la estudiante al parecer responde de acuerdo con lo observado en algunos cultivos de maíz en su región que soportan temperaturas bajas.

La tabla 8 muestra que 9 de 10 los argumentos del estudiante Nat se ubican en el nivel 1, por lo tanto, el estudiante Nat se ubica en este nivel. En la pregunta P1 *¿Cuáles características fenotípicas y genotípicas de las plantas progenitoras debieron tener en cuenta los indígenas para obtener granos de maíz grandes y nutritivos? Explica por qué esas características y no otras.* La respuesta del estudiante Nat *“Pues los indígenas las características que tomaron fueron los maises mas saludables, mas grandes, las masorcas que tuvieran el grano mas grande”* ubicada en el nivel 1 contiene solo Datos. Para la P2 *¿De qué manera crees que los indígenas lograban obtener granos de maíz más grandes y nutritivos?* La respuesta del estudiante Nat *“Pues sembrando en un buen lugar con buena agua, con un suelo rico en nutrientes y algunas otras cosas mas”* corresponde a un argumento que describe la vivencia del estudiante. Cuando se le pregunta al estudiante P3 *¿Cuál es la diferencia entre este método utilizado por los indígenas y la ingeniería genética actual?* Se puede observar la confusión que tiene el estudiante sobre la diferencia entre ambos métodos puesto que este afirma: *“La verdad hay una gran diferencia y es que la ingeniería genética usaba mucho químico para hacer crecer el maíz mientras que los indígenas eran de manera natural”*. A la pregunta P5 *Se cree que los perros se originaron a partir de la domesticación de lobos ancestrales. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Sí ___ No ___ Si tu respuesta es afirmativa, explica ¿Qué características crees que tuvo en cuenta el ser humano para la domesticación de los lobos ancestrales? Si tu respuesta es negativa ¿Cómo crees que se originó el perro?* El argumento del estudiante Nat *“Sí, pues las características son que el humano tuvo que ganarse la confianza del lobo para obtener su respeto o otra lo crio desde pequeño”* se basa en lo observado y leído por el estudiante en medios de comunicación sobre el amaestramiento de los animales salvajes que conviven con humanos. Por lo que se ubica en el nivel 1 puesto que hace uso de lo vivenciado en su argumento. A la pregunta P6 *¿Puede el hombre crear especies diferentes a las que existen en la naturaleza? Explica* La respuesta del estudiante Nat *“Yo pienso que no porque las especies ya están echas muy bien”* ubicada en el nivel 1 por reflejar su vivencia y contexto en el que vive refleja la influencia de la religiosidad, lo cual corresponde a uno de los factores que dificultan el aprendizaje de las ciencias como lo demuestra las investigaciones de Griffith; Brem, 2004 y Smith, 2010 citados por Gonzalez y Meinardi (2015). Para la pregunta P7 *¿Cuál crees que es la explicación al hecho de que algunas variedades de maíz*

puedan tolerar temperaturas bajo cero grados centígrados? Explica. La respuesta de Nat *“Pues sería injertándola a una planta de naranja más dulces y así poder mejorar la dulzura”*. Este tipo de respuestas se relaciona con la investigación de Marín (2003) en didáctica de las ciencias, en donde afirma que el conocimiento cotidiano del alumno *“es construido en una constante y dilatada interacción con su medio natural y social”* (pág. 67). Por lo tanto, es ubicada en el nivel 1 por constar de argumentos que reflejan el contexto en el que vive el estudiante. Para la pregunta P10 *En películas como El hombre araña, Hulk, X-Men, entre otras, los personajes principales presentan mutaciones o alteraciones en su material genético las cuales les confieren “características físicas y poderes especiales”. ¿Consideras científicamente posible estas alteraciones genéticas que tuvieron estos personajes? Sí _____ No _____ Explica*, en su respuesta *“Sí con tantas cosas que se ven creo que si puede ser posible, los científicos aportan mucho a nuestra humanidad”* ubicada también en el nivel 1 por tratarse de un argumento que comprende una descripción de su vivencia.

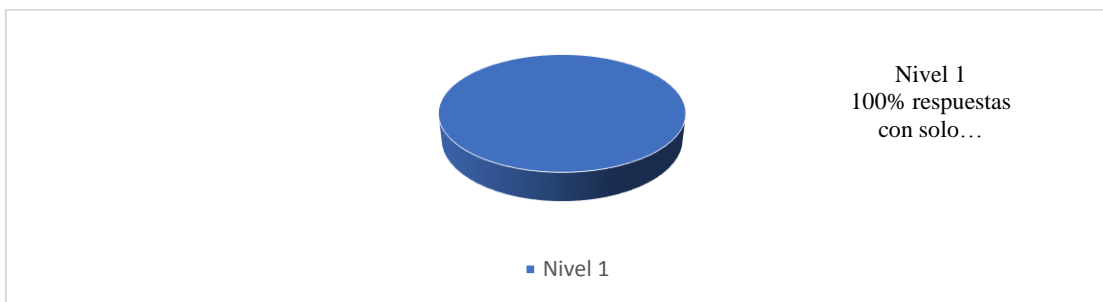
Siguiendo el análisis, el caso de los argumentos del estudiante Stic es similar a los anteriores. Este estudiante se encuentra en el nivel 1 de argumentación. Se puede observar que 6 de sus respuestas se ubican en este nivel y 4 de sus respuestas se ubican en el nivel 2 (Tabla 8). Para responder a la pregunta P1 el estudiante Stic argumenta usando datos que esta le proporciona: *“Que escogían los maíces mas bonitos y los que tenían los granos mas grandes para que salieran los mejores maíces”*. En P3 *¿Cuál es la diferencia entre este método utilizado por los indígenas y la ingeniería genética actual?* La respuesta del estudiante Stic *“Que anteriormente los indígenas lograban el maíz mas grande y nutritivo por medio de ingerto y metodos mas naturales y la ingeniería genetica se hace de otra forma con químicos alterando los genes de la planta desde la semilla y con químicos que afectan a los organismos”* se enmarca en situaciones vividas en la cotidianidad. Se detecta en esta afirmación confusiones e interpretaciones incorrectas de términos científicos así lo señalan las investigaciones de Collins y Stewart (1989) en este caso el estudiante confunde técnicas y procedimientos relacionados con la genética y la herencia con el uso de abonos químicos. Cuando se le pregunta al estudiante en P6 si puede el hombre crear especies diferentes a las que existen en la naturaleza, su argumento *“Sí, puede hacerlo cruzando diferentes especies (C) como es el echo de la mula que es un cruce entre un*

caballo y *un burro*” ubicado en el nivel 2 por hacer uso de los datos y poseer una conclusión, con este argumento el estudiante comprende que el cruce de dos especies distintas da origen a una nueva especie. En P8 *¿Cuál crees que es la explicación al hecho de que algunas variedades de maíz puedan tolerar temperaturas bajo cero grados centígrados? Explica* En su respuesta “*Yo pienso que es porque están genéticamente alterados para soportar bajas temperaturas*” (C) el estudiante muestra claramente una conclusión donde reconoce que a través de la modificación de la información genética se produce una característica no presente en una especie.

De acuerdo con lo anterior y la ubicación de los estudiantes en el nivel argumentativo 1 se puede afirmar que el desconocimiento de los elementos del discurso argumentativo dificulta a los estudiantes la elaboración de argumentos fuertes. Para Larraín y Freire (2012) de acuerdo a sus investigaciones resulta importante trazar un plan de acción basado en el desarrollo de la capacidad argumentativa que permita superar las dificultades en el aprendizaje del conocimiento científico. Así, resulta pertinente a partir de la Unidad Didáctica del presente proyecto formular el plan de acción tendiente a mejorar los discursos argumentativos de los estudiantes objeto de estudio, plan que debe incluir el debate y la discusión en pequeños grupos como lo señalan Ruíz, Tamayo y Bargalló (2015) los cuales constituyen el escenario ideal para que los estudiantes construyan conocimiento científico en el aula y lo apliquen en su contexto para resolver problemas. Además, Sardá y Sanmartí (2000) plantean que es necesario enseñar a los estudiantes tanto la temática científica como la estructura que debe poseer dichas argumentaciones.

Al analizar y comparar los argumentos éticos de los estudiantes en el cuestionario de exploración (Anexo 2) con la información de la Tabla 2, se comprobó que la unidad de trabajo solo tiene en cuenta su opinión y no hace uso de argumentos conceptuales ni tiene en cuenta los principios éticos para fundamentar sus respuestas por lo tanto el 100% de la unidad de trabajo se ubica en el nivel de argumentos éticos 1 (Tabla 10) teniendo en cuenta la tabla de valoración de Beltrán (2010).

Gráfico 2. Niveles argumentativos éticos momento de ubicación



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta inicialmente la tabla de valoración de los argumentos éticos de los estudiantes empleados para dar respuesta al cuestionario de exploración junto con un corto análisis general del grupo.

Tabla 10. Moda en los niveles argumentativos éticos iniciales

Estudiante	Pregunta				Moda
	1	2	3	4	
Dei	1	1	1	1	1
Jes	1	1	1	1	1
Jos	1	1	1	1	1
Mar	1	1	1	1	1
May	1	1	1	1	1
Nat	1	1	1	1	1
Stic	1	1	1	1	1
Stih	1	1	1	1	1
Yef	1	1	1	1	1
Ver	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que, en el momento de ubicación, la unidad de trabajo se encuentra en el nivel argumentativo 1. Esta tabla muestra que en los argumentos a las preguntas 1, 2 y 4 se basa tan solo en las percepciones y opiniones del estudiante y no hacen ningún tipo de razonamiento conceptual ni ético. A continuación, se muestran algunas respuestas de los estudiantes donde se demuestra lo dicho anteriormente.

Tabla 11. Argumentos éticos iniciales de la unidad de trabajo

Pregunta	Momento de Ubicación	Nivel Argumentativo
P1: ¿Aceptarías ser manipulado genéticamente para corregir un gen defectuoso mediante la ingeniería genética? Sí --- No --- ¿Por qué?	Respuesta	1
	Dei: <i>No porque me acepto como soy y no me gustaría corregir nada (O)</i>	1
	Jos: <i>Si porque si es un bien para mi y no me afecta en ninguna de áreas de mi vida y es conveniente si (O)</i>	1
	Nat: <i>No porque debemos aceptarnos como somos, no deberíamos ponernos como conejillos de indias, no esta bien por lo menos yo no lo haria</i> Yer: <i>No porque no me gustaría prestar mis genes a otra persona porque puede que se pueda parecer a mi (O)</i>	1
P2: Si en caso de que tu mascota sufriera un grave accidente que le produjera su muerte, ¿Clonarías a tu mascota? Sí --- No --- Explica tu respuesta	Jes: <i>No porque todo tiene un principio y un final y si ese fue el destino de mi mascota no puedo hacer nada (O)</i>	1
	Mar: <i>No porque ya no seria la misma con sus actos y el cariño que ella tendría ya no sería el mismo (O)</i>	1
	Stih: <i>Si por estar un tiempo más a su lado y cuidar de el (O)</i>	1
P4 ¿Piensas que siempre se justificaría el hecho de utilizar las técnicas de la ingeniería genética para cambiar la composición genética de un óvulo producido por una mujer? Explica	Jes: <i>No, porque puede traer consecuencias ... las cuales no son buenas para las mujeres (O).</i>	1
	Jos: <i>Se justificaría si esta mujer estuviese de acuerdo con los cambios (O)</i>	1
	Mar: <i>Si claro si ella no tiene ningún riesgo de que le pase algo(O)</i>	1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en las tablas 10 y 11 todos los argumentos éticos en el cuestionario de exploración (Anexo 2) corresponden a opiniones de los estudiantes, lo anterior muy seguramente producto del desconocimiento que tienen los estudiantes de fundamentar sus respuestas en principios éticos como lo afirma Barba (2014): “los valores cumplen la función de ser un plan general en la resolución de conflictos y la toma de decisiones” (p.54). Por lo tanto, resulta necesario hacer uso del escenario que brindan las cuestiones sociocientíficas y en este caso las controversias para desarrollar principios éticos como lo afirma España y Prieto (2009): “Diferentes estudios muestran una variedad de aspectos relacionados con las oportunidades que estos problemas pueden aportar al aula de ciencias, como [...], la toma de decisiones y la capacidad de evaluar las pruebas y los aspectos morales y éticos implicados (p.345). Por lo tanto, este proyecto de investigación hará uso de esta oportunidad que brinda las técnicas de manipulación genética como son clonación, terapia génica y transgénesis para que los estudiantes tomen decisiones éticamente responsables fundamentadas en los principios éticos que se encuentran implícitos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

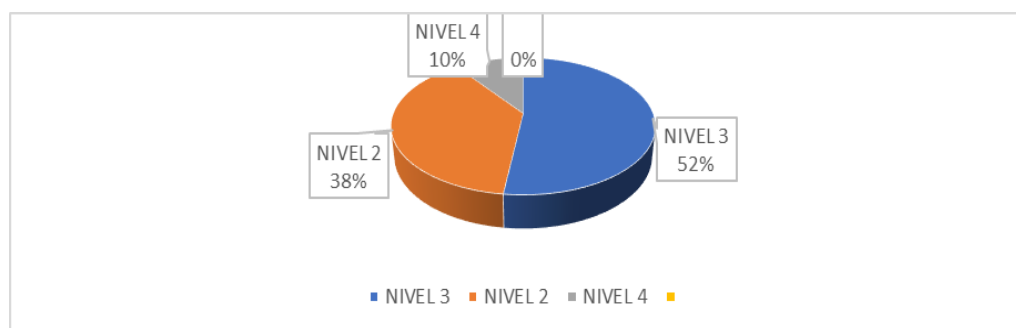
7.2 RESULTADOS DEL MOMENTO DE REENFOQUE

Los instrumentos aplicados en el momento de reenfoque corresponden a los mismos aplicados en el momento de ubicación (Anexos 1 y 2), esto con la finalidad de evaluar los cambios en los niveles argumentativos tanto conceptuales como éticos en los estudiantes luego de realizar la intervención didáctica. Se seguirá el mismo plan de análisis propuesto en el capítulo 3.

Al analizar y comparar los argumentos conceptuales de los estudiantes en el momento de reenfoque con la información de la Tabla 6, se comprobó que la unidad de trabajo desarrolló niveles de argumentación superiores si se compara con los encontrados en el momento de ubicación. Como se muestra en la gráfica 3, se puede distinguir que el 52% de los argumentos que utilizaron los estudiantes para responder el cuestionario final se ubican en el nivel 3 los cuales se caracterizan por poseer datos, conclusiones y justificaciones, el 38% de los argumentos utilizados se ubican en el nivel 2 los cuales según Tamayo poseen datos y al menos una conclusión y el 10% de las respuestas se ubican en el

nivel 4 los cuales se caracterizan por poseer datos, conclusiones, justificaciones, cualificadores o respaldo teórico.

Gráfico 3. Niveles argumentativos conceptuales momento de reenfoque



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la Tabla 12, se observa que el 70% de la unidad de trabajo se ubica en el nivel argumentativo 3 el cual se caracteriza por comprender argumentos que contienen datos, justificaciones y conclusiones (Tamayo, 2014), el 30% restante se ubica en el nivel argumentativo 2 el cual se caracteriza por comprender datos y conclusión.

Tabla 12. Moda en los niveles argumentativos conceptuales finales

Estudiante	Pregunta										Moda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dei	2	2	3	3	3	4	3	4	3	3	3
Jes	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3
Jos	2	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3
Mar	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2
May	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3
Nat	2	3	3	4	3	4	3	4	2	3	3

Stic	2	3	3	4	3	4	3	4	2	2	2
Stih	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
Yef	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3
Ver	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla muestra que la mayoría de los argumentos en las preguntas 1, 2 y 9 los estudiantes hacen uso de los datos y una conclusión para elaborarlos. En cambio, la mayoría de los argumentos en las preguntas 4, 5, 7 y 10 constan de datos, conclusiones y justificación. A continuación, se muestran algunas respuestas de los estudiantes donde se demuestra lo dicho anteriormente.

Tabla 13. Argumentos conceptuales finales de la unidad de trabajo

Pregunta	Momento de Reenfoque	
	Respuesta	Nivel Argumentativo
P1 ¿Cuáles características fenotípicas y genotípicas de las plantas progenitoras debieron tener en cuenta los indígenas para obtener granos de maíz grandes y nutritivos? Explica por qué esas características y no otras.	Dei: <i>Características fenotípicas: granos grandes y nutritivos, sanos, de buen porte. Los indígenas escogieron esas características y no otras y seleccionaban esas plantas con los genes que daban esas características para así cultivarlas y obtener nuevas plantas con ese genotipo (D) así que si escogían otras características no iban a ser grandes y nutritivos (C).</i>	2
	Jes: <i>Los indígenas tuvieron en cuenta estas características fenotípicas: granos grandes, nutritivos, gruesos sanos y de buen porte y las genotípicas al seleccionarlas seleccionaban estos genes (D) por lo tanto no cogieron otras características por no iban a tener los mismos resultados (C)</i>	2
	Yef: <i>granos grandes nutritivos gruesos plantas sanas con porte (D) así al reproducirlas sus genes pasen a la descendencia y salen de buena calidad (C)</i>	2

<p>P9: La hormona del crecimiento producida por la hipófisis, estimula el crecimiento, en especial el del esqueleto y los músculos. En el laboratorio, ¿es posible sintetizar o producir esta hormona? Sí --- No --- Explica</p>	<p>Jes: <i>Sí, se obtiene el gen que produce la hormona y lo pone dentro de un ser vivo (D) como resultado el ser vivo empieza a producir esa hormona (C)</i> 2</p> <p>Jos: <i>Sí, escogería el gen de producción de la hormona lo llevaría al laboratorio lo inyecta a un ser vivo como un raton donde se produce la hormona (D) luego el raton comienza a producir esa hormona (C)</i> 2</p> <p>Nat: <i>Sí se extrae el gen que produce la hormona del crecimiento (D) y se le inyecta a una bacteria entonces la bacteria empieza a producir la hormona del crecimiento (C)</i> 2</p>
<p>P4 En la figura se representa la clonación de un mamífero, esta técnica consiste en reemplazar el núcleo de un óvulo por el núcleo de una célula somática de un organismo adulto. Al implantar este óvulo en el útero de una hembra. ¿A quién se parecería el nuevo organismo? ¿Por qué?</p>	<p>Mar: <i>Se va a parecer a la oveja original (C) porque de ella es la que le dan el ADN que es la información genetica (J) entonces va tener la misma información genetica de la original (C) asi que va ser igual a la original (C)</i> 3</p> <p>May: <i>En este caso el clon se parece a la oveja original (C) por que ella es la que dio todos los genes y el ADN (J) por lo tanto sus genes van a ser los mismos de la oveja original (C)</i> 3</p> <p>Stih: <i>al original porque tiene el ADN que proporciona su característica (J) entonces como tiene los mismos genes de la original el clon se parecera a ella (C)</i> 3</p>
<p>P7 Imagina que eres un investigador que desea transformar una planta de naranja por medio de la ingeniería genética para mejorar su dulzura. ¿Cuál crees que sería el</p>	<p>Jos: <i>pues sacar el gen de sabor que produce poca dulzura y ponerle el gen que produce mejor dulzura (D), como resultado la planta comienza a producir naranjas mas dulces (C) porque ya tiene incorporado en su cuerpo el gen de mejor dulzura (J)</i> 3</p> <p>Nat: <i>pues debería inyectarle el gen de dulzura o mas dulce a la naranja para asi obtener una</i> 3</p>

procedimiento? Explica	<i>naranja mas dulce (C) ya que el gen empezaría a producir mayores cantidades de azucar en la naranja (J)</i>
---------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en las tablas 12 y 13 los estudiantes presentaron un desarrollo en sus niveles argumentativos puesto que predominan elementos estructurales en sus argumentos como son datos, conclusión, justificación y en algunas respuestas cualificadores modales o respaldo teórico a diferencia del momento de ubicación donde se observa que los elementos estructurales que predominan en los argumentos son descripciones de la vivencia. Esto se puede observar mejor en la Tabla 14 donde se muestra los resultados obtenidos para la categoría niveles argumentativos al inicio y al final del proceso investigativo.

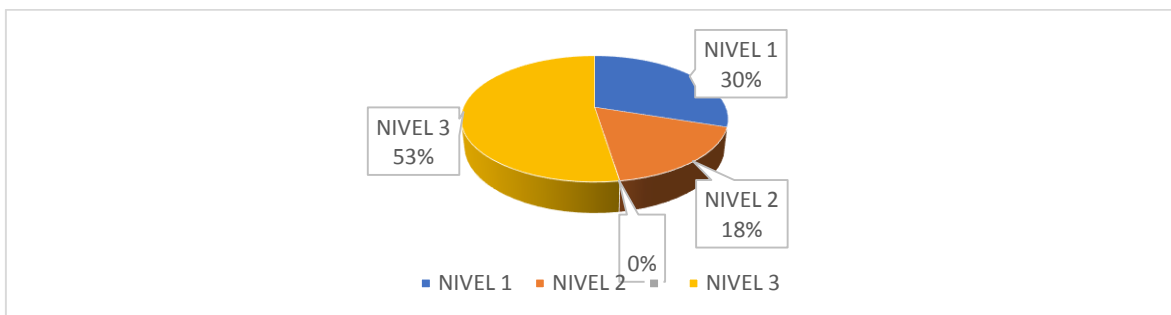
Tabla 14. *Comparación niveles argumentativos iniciales y finales*

Categoría	Subcategoría	Resultados	
		Cuestionario 1 Momento de Ubicación	Cuestionario 1 Momento de reenfoque
Niveles argumentativos conceptuales	0	10%	-
	1	72%	-
	2	18%	38%
	3	-	52%
	4	-	10%
	5	-	-
	6	-	-

Fuente: *Elaboración propia*

Siguiendo con el objetivo de este proyecto de investigación se tiene que los estudiantes lograron desarrollar niveles argumentativos superiores a los encontrados en el momento de ubicación esto gracias a la intervención didáctica que posibilitó el mejoramiento de la calidad de los argumentos sobre manipulación genética. Luego de la intervención didáctica y como veremos más adelante en los argumentos éticos de los estudiantes, se puede observar que al menos la mitad de sus argumentos están fundamentados en principios éticos universales (Gráfica 4). Así un 53% de los argumentos se ubican en el nivel 3

Gráfico 4. *Niveles argumentativos éticos momento de reenfoque*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla de valoración de los argumentos éticos de los estudiantes empleados para dar respuesta al cuestionario relacionado con las implicaciones éticas de las manipulaciones genéticas (Anexo 2)

Tabla 15. Moda en los niveles argumentativos éticos finales

Estudiante	Pregunta				Moda
	1	2	3	4	
Dei	3	3	3	1	3
Jes	3	2	1	2	2
Jos	1	3	3	3	3
Mar	3	1	3	3	3
May	3	3	1	1	3
Nat	3	3	3	3	3
Stic	3	1	3	3	3
Stih	2	1	3	2	2
Yef	3	1	1	2	1
Ver	1	1	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que seis estudiantes de la unidad de trabajo se ubican en el nivel argumentativo 3 el cual se caracteriza por poseer argumentos con opiniones, razonamientos conceptuales y razonamiento éticos. De acuerdo con lo anterior

se puede observar que en estos argumentos los estudiantes hacen uso del conocimiento científico para comprender, reflexionar y analizar las cuestiones éticas que se les plantea y además realizan el razonamiento moral y evidencian sus principios éticos al criticar y tomar posturas en contra de la manipulación genética, favoreciendo así la toma de posturas frente a esta temática. Además, la formación de este razonamiento fue favorecido gracias a las diferentes actividades desarrolladas en la intervención didáctica entre ellas actividades como la discusión en pequeños grupos alrededor de un caso ético, así lo afirma Salazar et. al. (2014): “los estudiantes a medida que van estudiando las cuestiones sociocientíficas inician la formación de un razonamiento moral, donde el trabajo en equipo es fundamental, al igual que los ambientes de negociación y disertación” (p.10). Por lo tanto, el estudio de esta controversia sociocientífica ha sido un escenario ideal para desarrollar argumentos éticos en los estudiantes, así lo han demostrado los resultados del momento de reenfoque. En la tabla 15 también se puede observar que tres estudiantes se ubican en el nivel 2 los cuales hacen uso en la mayoría de sus argumentos de opiniones y razonamientos conceptuales y un estudiante se ubica en el nivel 1 donde la mayoría de sus argumentos consisten en solo opiniones. Esta tabla también muestra que la mayoría de los argumentos a las preguntas 1 y 3 los estudiantes las fundamentan haciendo uso de razonamientos éticos, es decir están resueltas, lo anterior teniendo en cuenta la afirmación de Brody: “Los científicos con frecuencia tratan de resolver los problemas éticos acumulando datos verificados que explican la situación. Esto está bien, pero no logran el resultado hasta tanto no fundamenten su actividad investigativa con valores y principios éticos” (citado por Thompson, p. 91). Así se puede concluir que gracias a la intervención didáctica se logró el desarrollo en los niveles de los argumentos éticos en la unidad de trabajo. A continuación, se muestran algunas respuestas de los estudiantes donde se valoran los argumentos éticos teniendo en cuenta la escala de Beltrán (2010).

Tabla 16. Argumentos éticos finales de la unidad de trabajo

Pregunta	Momento de Ubicación	
	Respuesta	Nivel Argumentativo

P1: ¿Aceptaría ser manipulado genéticamente para corregir un gen defectuoso mediante la ingeniería genética? Sí --- No --- ¿Por qué?	May: <i>No porque pondría mi vida en peligro (O) porque puede ser que el gen no llegue al órgano que lo necesite (AC) y además debo respetar mi cuerpo y me siento bien y acepto así tal como soy (AE)</i>	3
	Yef: <i>No porque aunque sea para corregir algo que de pronto va a traer riesgos para mi salud (AC) no aseto porque dañaría mi integridad (AE)</i>	3
	Mar: <i>No porque al hacer eso estoy diciendo que no me acepto ((O) y yo considero que debo respetar mi cuerpo internamente como soy (AE) y porque también al corregir ese gen defectuoso se puede dañar otro o puede hasta mutar (AC)</i>	3
P4: ¿Piensas que siempre se justificaría el hecho de utilizar las técnicas de la ingeniería genética para cambiar la composición genética de un óvulo producido por una mujer? Explica	Mar: <i>Eso no se justifica porque las mujeres podemos correr riesgos y los ovulos también pueden sufrir riesgos inesperados (O) como por ejemplo que luego de cambiar algún gen que tal que despues ocurra una mutacion (AC) y con esto una mujer esta alterando su ser su dignidad como ser humano que es (AE)</i>	3
	Nat: <i>No estoy de acuerdo con cambiar la composición genética de un óvulo porque eso va en contra del respeto de la dignidad (AE) porque es como si se experimentara con el cuerpo de uno y no me parece que experimenten con mis órganos (O) y como toda operación tiene riesgo en esta puede ocurrir que los genes nuevos no se incorporen correctamente en los óvulos (AC)</i>	3

Fuente: Elaboración propia

Si comparamos los niveles en que se ubicaron inicialmente algunos estudiantes como por ejemplo Dei, Nat y Stic (nivel 1 para todos) con los niveles finales en que se ubicaron la mayoría de sus argumentos (nivel 3) en el momento final o momento de reenfoque se puede establecer que el razonamiento moral de estos estudiantes tuvieron una movilidad, pasaron de basarse solo en opiniones personales muchas veces egocéntricas a fundamentarse en los derechos universales y por consiguiente en los principios éticos que rigen estos derechos.

Además, esta movilidad de niveles en los argumentos éticos se favorece gracias al estudio de una controversia sociocientífica. Según Zeidler (2005): “el estudio de una controversia en ciencias consiste en casos que pueden tratarse en clase como controversiales para desarrollar las habilidades de razonamiento crítico y estimular el desarrollo ético y moral de los estudiantes” (citado por Martínez 2014, p.86). Este estímulo del desarrollo ético se refleja en los argumentos finales utilizados por los estudiantes en el cuestionario 2 donde se evidencia la presencia de principios éticos en la mayoría de sus argumentos.

Este trabajo muestra en sus resultados un desarrollo en los niveles de los argumentos de los estudiantes, lo anterior haciendo uso de un tema controversial lo que permite reconocer el gran aporte que hace una intervención didáctica enfocada en la enseñanza de una cuestión sociocientífica, así lo afirma Beltrán (2010): *“el análisis conceptual, ético y reflexivo de una cuestión socio-científica en el aula, bajo el enfoque de enseñanza CTSA, motiva a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias y mejora el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico”*(p.145), por lo tanto desde el marco de la didáctica de las ciencias, el uso de controversias sociocientíficas constituyen un escenario ideal para aprender ciencias y desarrollar niveles argumentativos superiores..

CAPÍTULO 5

8 CONCLUSIONES

Este proyecto de investigación se centró en desarrollar los niveles argumentativos tanto conceptuales como éticos en los estudiantes. Los resultados del análisis de los argumentos tanto conceptuales como éticos en el momento de ubicación arrojaron que los estudiantes presentan bajos niveles de argumentación los cuales consisten en afirmaciones que son una descripción de su vivencia, para el caso de los argumentos conceptuales; y afirmaciones que solo contienen sus opiniones, para el caso de los argumentos éticos.

Reconociendo que la argumentación permite que los estudiantes se apropien del discurso científico y proporcionen explicaciones solidas relacionadas con los avances en ciencia y tecnología, se realizaron una serie de actividades centradas en que los estudiantes argumentaran desde el abordaje de las técnicas de manipulación genética para desarrollar sus niveles argumentativos, actividades que favorecieron el alcance de niveles superiores a la vez que permitieron poner en contexto el conocimiento científico con un tema de la actualidad.

Así, estos resultados obtenidos en la investigación evidenciaron desde el marco de la didáctica lo ventajoso que resulta hacer uso de una unidad didáctica enfocada en una controversia sociocientífica como herramienta didáctica para lograr además del aprendizaje del conocimiento científico, el desarrollo de niveles argumentativos superiores los cuales se ubicaron en 2 y 3 tanto para los argumentos conceptuales como para los argumentos éticos.

De acuerdo a lo anterior, las controversias o cuestiones sociocientíficas constituyen un escenario ideal para favorecer el desarrollo de niveles argumentativos en los estudiantes. Aunque esta no es una tarea fácil, se requiere que los docentes vinculen en sus prácticas pedagógicas este tipo de temáticas que favorecen la argumentación, además el uso de cuestiones o controversias sociocientíficas constituyen un buen escenario para la contextualización de los contenidos y además se convierten en una gran herramienta para motivar y despertar el interés de los estudiantes en su aprendizaje.

Por consiguiente, la argumentación en ciencias prepara a los estudiantes para transportar el conocimiento a las cuestiones relacionados con la tecnología, la sociedad y el ambiente, así lo afirman Ruiz, Tamayo y Márquez (2015): “la argumentación ... es un medio eficaz ... para facilitar la construcción de sentido sobre los conceptos y con ello la transferencia consciente de los mismos a contextos externos al aula” (p.631). De acuerdo a lo anterior, a través de la argumentación los estudiantes elaboran explicaciones que contribuyen a resolver cuestiones sociocientíficas y controversiales propiciando así el aprendizaje de las ciencias.

CAPÍTULO 6

9 RECOMENDACIONES

Como se mencionó en el capítulo anterior, para desarrollar niveles argumentativos se requiere incluir en las prácticas pedagógicas el desarrollo de actividades que favorezcan la argumentación como son cuestionarios de preguntas abiertas, debates, elaboración de mapas conceptuales, entre otras, todas estas desde el abordaje de una controversia o cuestión sociocientífica para que los estudiantes se encuentren bien informados y puedan participar en la toma de decisiones en situaciones de su contexto, además de que desarrollen principios éticos los cuales les servirán para resolver situaciones o dilemas éticos que se les presenten en su vida diaria.

Continuar trabajando en el aula con unidades didácticas como herramientas que aportan significativamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje y articularlas junto con las controversias sociocientíficas al plan de estudios en todas las áreas para lograr la evolución del proceso educativo que se desarrolla hasta el momento en la institución, pues este se apoya en el modelo didáctico transmisionista donde el proceso comunicativo es unidireccional docente – estudiante y además, al hacer uso de esta herramienta didáctica el estudiante se convierte en un agente activo que construye y comprende el conocimiento científico donde los contenidos y la metodología se desarrollan de forma más atractiva para el estudiante.

Incluir en el plan de estudios de Ciencias Naturales el enfoque CTSA con el fin de aprovechar la interdisciplinariedad de este enfoque para desarrollar principios y valores éticos en los jóvenes para contribuir a la formación de una sociedad justa, en paz, responsable, que se respeta su propio ser y respeta el de los demás.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, J. M. (1995). Hacia una definición de la secuencia argumentativa en *Comunicación, lenguaje y educación*
- Blanco Anaya, P. (2015). Modelización y argumentación en actividades prácticas de geología en secundaria.
- Beltrán Castillo, M. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, (12), 144-157.
- Camps, A. (1995). Aprender a escribir textos argumentativos: características dialógicas de la argumentación escrita en *Comunicación, lenguaje y educación*.
- Candela, A. (1999). Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso. México
- Cantillo C. J.; Domínguez I., A.; Encinas T., S.; Muñoz, F. A.; Dilemas morales. Un aprendizaje de valores mediante el diálogo, 2005, Nau Ediciones
- Cardona, R., D.; Modelos de argumentación en ciencias una aplicación a la genética Manizales 2008
- Carretero, M., Jacott, L., y López, A. (1995). Comprensión y enseñanza de la causalidad histórica. *Carretero M.(comp.): Construir y enseñar las Ciencias Sociales y la Historia. Madrid.*
- Casallas, E. y Martínez L., (2016). Estado de arte preliminar de los aportes del enfoque CTSA en la formación ciudadana y en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales. *RevistaTecné, Episteme y Didaxis.*
- Castro, G. G., & Ortega, F. J. R. (2017). El aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de capacidades argumentativas. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis.*
- Celis V. G. Diseño e Implementación de una Estrategia Didáctica para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Biotecnología aplicada a temas Ambientales: un Estudio de Caso con alumnos de grado décimo de la Institución Educativa Sol de Oriente Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales Medellín, Colombia 2013
- Collins, A. y Stewart, J.H., 1989. The knowledge structure of Mendelian Genetics, *The American Biology Teacher.*

- Cortés, S. y Escobar, G. (2016). Las modificaciones genéticas, su historia e implicaciones éticas en el campo científico contemporáneo. *Revista de Educación en Biología*
- Díaz N., y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. En Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- España R. E.; Prieto Ruíz, T. Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias * * pp. 17-24 Universidad de Málaga
- Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Villamañán, R. M. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente: Construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formación universitaria*, 7(5), 23-32.
- Gallego A., M.; Muela G., F., Significados sobre genética transmitidos por el cine y la educación formal 2015 Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén Colegio Marcelo Spínola
- Gordon Childe, V.; estudios sobre las revoluciones neolítica y urbana editado por Linda Manzanilla, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas 1988
- Guillén, F. D. El proceso de domesticación en las plantas. Revista de la Universidad Autónoma Metropolitana Casa del Tiempo, 4ª época No. 28
- Henao, B. L., & Stipich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*.
- Holbrook, J. (2000). School Science Education for the 21st Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL). Wirescript Magazine - Education.
- Jiménez A., M. y Díaz de B., J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Santiago de Compostela.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press

- Lozano, J. A. (1975). Perspectivas de la genética bioquímica: discurso leído en la solemne apertura del curso académico 1975-1976.
- Mora, A. Z. (2011). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar.
- Nuez V., F.; La mejora genética científica convencional. Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.
- Oñorbe de T. A.; Caamaño R. A. Pedrinaci R. E. Enseñar ciencias (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of Argumentation in School Science. *Journal of research in Science teaching*
- Paloma B. (2015) Modelización y Argumentación en actividades prácticas de geología en secundaria Tesis de Doctorado.
- Rosalind P. N Osborne J. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms 1998
- Periódico El Mundo (2003). Hitos en la historia de la genética.
http://www.elmundo.es/especiales/2003/02/salud/genetica/descifrar_la_vida.html
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação, 21(2)*, 307-327.
- Pinzón, Y. A. y Salazar, L. V. (2012). Enculturación científica a través de la interdisciplinariedad de las cuestiones sociocientíficas (Trabajo de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Prieto, T., España, E., y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad.
- Ruíz, F.; Tamayo, O.; Márquez C. (2015) La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui., São Paulo*.
- Rodino, A. M. (2012). Educación en derechos humanos para una ciudadanía democrática e inclusiva: trabajar en la escuela y desde la Educación Física.
- Sánchez M., L.; González A., J.; García M., Á. La Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, vol. 9, núm. 1, enero-junio, 2013, Universidad de Caldas Manizales, Colombia

- Price, Edgar O. Behavioural CTSA of animal domestication. *The Quarterly Review of Biology*, 1984
- Rabadá, J. C. (2013). *Desde lobos hacia perros: Cuándo ocurrió, dónde y por qué*. Ediciones Díaz de Santos.
- Sardá, j., &Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente, un reto en clase de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*
- Sanmartí, N. S., Pipitone, C., &Sardá, J. (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1709-1714.
- Tamayo, O. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos* p. 211-233.
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*
- Toledo J. M.; Magendzo K., A.; Gutiérrez G., V.; & Iglesias S., R. (2015). Ensino de 'temas controvertidos' na disciplina de história e ciências sociais na perspectiva dos professores. *Estudios pedagógicos*
- Toulmin, S.; *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press. Trad. Morrás, M.; Pineda V.; Barcelona: Península 2007.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A. y Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Belief in the nature of science and responses to socio-scientific dilemmas. *Science Education*

11 UNIDAD DIDÁCTICA

TÉCNICAS DE INGENIERÍA GENÉTICA



La Genética no puede ser por más tiempo una ciencia esotérica, la genética nos atañe a todos: versa sobre la vida y la muerte, sobre el significado y la respuesta a la incapacidad física, y sobre los nuevos dilemas morales creados por nuestro creciente conocimiento.

Alan F. Wright y A. Christopher Boyd

A continuación, se propone la siguiente Unidad Didáctica para el aprendizaje de las técnicas de manipulación genética desde un enfoque CTSA en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital Técnica Ecológica de la Revuelta, y con la cual se pretende desarrollar en ellos los niveles argumentativos (conceptuales y éticos) y así aportar para la formación de ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones que contribuyan al desarrollo de la sociedad. Además, con la aplicación de esta Unidad Didáctica se busca también desarrollar argumentos éticos y de esta manera contribuir al desarrollo de la dimensión ética y moral de los estudiantes para que tomen decisiones responsables y éticas enmarcadas en los valores. En esta unidad se plantea la aplicación de ocho actividades las cuales permitirán identificar los niveles en los que se encuentran los



argumentos de los estudiantes antes de realizar la intervención didáctica y al finalizar la aplicación de la Unidad Didáctica. Estas actividades se desarrollarán en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque, en un periodo de 7 a 8 semanas.

Los componentes tenidos en cuenta al momento de diseñar esta Unidad Didáctica son los propuestos por Orrego, Tamayo y Ruíz (2016): Ideas previas de los estudiantes el cual para esta investigación se adaptó a concepciones iniciales de los estudiantes, Historia y Epistemología de las Ciencias, Múltiples lenguajes y TIC, Argumentación, Movilidad conceptual y Metacognición. En la Tabla 3 se relacionan los diferentes momentos en que se divide la Unidad Didáctica, los objetivos que se pretenden alcanzar en cada uno de los momentos, las actividades programadas, la metodología para el desarrollo de las actividades y el tiempo programado para su desarrollo.



Anexo 1. Cuestionario De Exploración
 Grado 9°

Nombre _____ Fecha _____

Apreciado estudiante conteste por favor el siguiente cuestionario de exploración con la mayor sinceridad, dado que este hace parte de un proyecto de investigación relacionado con los niveles argumentativos y con las técnicas de ingeniería genética.

La ingeniería genética es una ciencia nueva que ha tenido grandes avances en los últimos años, esta ciencia se encarga de aislar, multiplicar y modificar genes para su estudio y aprovechamiento a través de técnicas como la transgénesis, terapia génica, clonación, entre otras. Las siguientes preguntas tienen como propósito identificar los conocimientos que ustedes tienen sobre técnicas de manipulación genética.

Lee el siguiente texto y resuelve las preguntas 1, 2 y 3

Muchos investigadores afirman que la ingeniería genética surgió hace muchos años, cuando los indígenas que cultivaban maíz empezaron a escoger y a manipular ciertas características de las plantas para obtener granos de maíz más grandes y nutritivos.¹



1. ¿Cuáles características fenotípicas y genotípicas de las plantas progenitoras debieron tener en cuenta los indígenas para que obtener granos de maíz grandes y nutritivos? Explica por qué esas características y no otras.

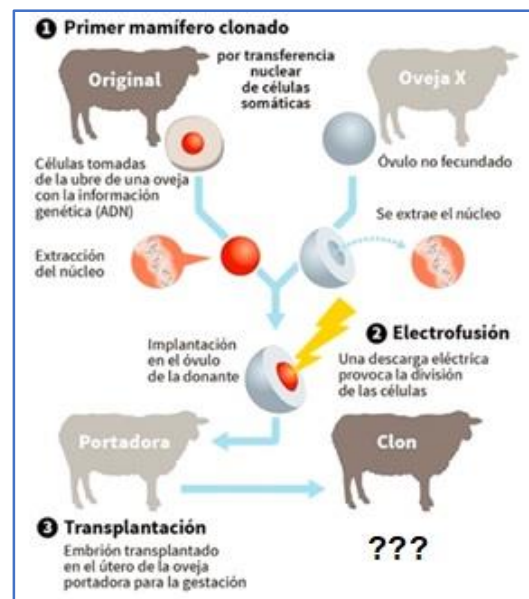
2. ¿De qué manera crees que los indígenas lograban obtener granos de maíz más grandes y nutritivos?

¹Extraído de Chaves A. N.; Gutiérrez D. y otros, (2015). Proyecto Saberes Ciencias 9, Santillana

3. ¿Cuál es la diferencia entre este método utilizado por los indígenas y la ingeniería genética actual?

4. En la figura se representa la clonación de un mamífero, esta técnica consiste en reemplazar el núcleo de un óvulo por el núcleo de una célula somática de un organismo adulto. Al implantar este óvulo en el útero de una hembra. ¿A quién se parecería el nuevo organismo? ¿Por qué?

2



² Figura extraída y adaptada de La Razón el Diario Nacional de Bolivia (2016). Dolly y la clonación médica, un hito sin descendencia. http://www.la-razon.com/sociedad/Ciencia_tecnologia/Dolly-clonacion-medica-hito-descendencia_0_2520947909.html



5. El proceso de domesticación incluye la selección y manipulación de características deseables en plantas y animales para el beneficio del ser humano. Se cree que los perros se originaron a partir de la domesticación de lobos ancestrales. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Si ____ No ____



3

Si tu respuesta es afirmativa, explica ¿Qué características crees que tuvo en cuenta el ser humano para la domesticación de los lobos ancestrales? Si tu respuesta es negativa ¿Cómo crees que se originó el perro?

6. ¿Puede el hombre crear especies diferentes a las que existen en la naturaleza? Explica.

³ Figura extraída de Academia de Ciencias de Morelos (2011). Cómo se convirtió la maleza en cultivo y el lobo en mascota. http://acmor.org.mx/descargas/12_oct_01_maleza.pdf



7. Imagina que eres un investigador que desea transformar una planta de naranja por medio de la ingeniería genética para mejorar su dulzura. ¿Cuál crees que sería el procedimiento? Explica ⁴

8. ¿Cuál crees que es la explicación al hecho de que algunas variedades de maíz puedan tolerar temperaturas bajo cero grados centígrados? Explica

9. La hormona del crecimiento producida por la hipófisis; estimula el crecimiento, en especial el del esqueleto y los músculos. En el laboratorio, ¿es posible sintetizar o producir esta hormona? Sí _____ No _____
Explica

⁴Texto adaptado y extraído de Chaves A. N.; Gutiérrez D. y otros, (2015). Proyecto Saberes Ciencias 9, Santillana



10. En películas como El hombre araña, Hulk, X-Men, entre otras, los personajes principales presentan mutaciones o alteraciones en su material genético las cuales les confieren “características físicas y poderes especiales”. ¿Consideras científicamente posible estas alteraciones genéticas que tuvieron estos personajes? Sí _____ No _____

Explica



Anexo 2. Cuestionario De Exploración (Argumentos Éticos)

Las aplicaciones de la ingeniería genética muchas veces implican la manipulación genética de seres vivos para experimentación incluyendo la manipulación de genes humanos, situación que ha generado gran cantidad de controversias éticas y morales. A continuación, se exponen una serie de preguntas relacionadas con ingeniería genética que cuestionan éticamente algunos aspectos de esta disciplina. En cada caso responde lo que consideres sería lo correcto.

1. . ¿Aceptarías ser manipulado genéticamente para corregir un gen defectuoso mediante la ingeniería genética? Sí _____ No _____

¿Por qué?

2. Si en caso de que tu mascota sufriera un grave accidente que le produjera su muerte, ¿Clonarías a tu mascota? Sí _____ No _____

Explica tu respuesta

3. ¿Crees que es ética la Ingeniería Genética? Sí _____ No _____

¿En qué te basas para responder de esa manera?



4. ¿Piensas que se justifica el hecho de utilizar las técnicas de la ingeniería genética para modificar genes portadores de enfermedades en un óvulo o un espermatozoide? Explica



Anexo 3. Historia De Las Manipulaciones Genéticas

Nombre _____ Fecha _____

La siguiente lectura corresponde a la historia del origen de las manipulaciones genéticas. Lee de forma individual y resuelve las preguntas que aparecen al final. Para luego socializar a tus compañeros tus respuestas.

La manipulación genética, práctica tan controversial en la actualidad tuvo sus orígenes hace aproximadamente diez mil años atrás, específicamente cuando los hombres de esa época pasaron de cazadores-recolectores a cultivadores-agrícolas, es decir, esta práctica dio origen a la agricultura. En palabras de Childe (1928) el gran invento de la agricultura es: “una revolución mediante la cual el hombre dejó de ser un parásito (...) convirtiéndose en un creador emancipado de las limitaciones de su entorno” (citado por Manzanilla, 1988, p.199). Conviene especificar que la recolección de plantas y la agricultura son dos prácticas diferentes, como lo afirma Braidwood (1960):

La principal diferencia entre la recolección de plantas y la agricultura es que mientras la recolección implica la cosecha directa de productos naturales, la agricultura constituye un proceso de producción a través del cual la naturaleza es transformada para controlar la disponibilidad de los recursos (citado por Díaz, 2010, p.67).

La agricultura surgió de manera independiente en varios lugares de la tierra, y la evidencia más antigua de actividad agrícola data de hace diez mil años en lo que ahora es Irak (Heiser 1990). La domesticación de plantas y animales ocurrió inicialmente en la «media luna de las tierras fértiles» de la Mesopotamia asiática, la región andina de Sudamérica, en algunas partes de Asia, y en México, y de ahí se dispersó al resto del planeta. Algunas regiones asimilaron estas prácticas mucho más rápido que otras (Diamond 1999). La domesticación de plantas y animales útiles para la alimentación, la medicina y el trabajo transformó radicalmente las sociedades humanas. Los métodos convencionales de mejoramiento de plantas y animales, a través de la fertilización cruzada y la selección, han permitido desarrollar variedades con grupos de características particulares. Así, desde

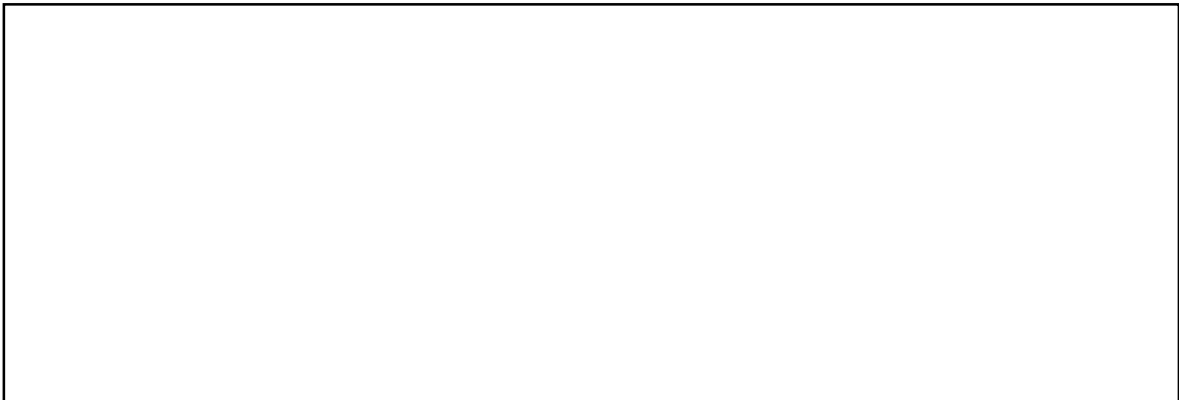
tiempos inmemorables los seres humanos han modificado el entorno que los rodea y como parte de estas actividades, han seleccionado características valiosas de diferentes plantas, animales y microorganismos. A través del proceso de cruzas controladas y selección gradual, nuestros ancestros escogieron un grupo pequeño de la enorme cantidad de plantas silvestres y lo transformaron en los cultivos que ahora conocemos. Durante este largo proceso ocurrieron muchos cambios fenotípicos en las plantas, por ejemplo: hábito de crecimiento determinado, pérdida de la dispersión de la semilla, maduración sincrónica, madurez temprana, resistencia selectiva a plagas y enfermedades, reducción de la cantidad de toxinas, mayor productividad incluyendo semillas o frutos más grandes e incluso pérdida de las semillas en el caso del plátano. Estos cambios tienen como consecuencia una reducción en la sobrevivencia de los cultivos en el medio silvestre. Por lo tanto, los cultivos son ahora dependientes de los cuidados de los humanos para su propagación y sobrevivencia

Fuente: (Prakash 2001) Historia de las manipulaciones genéticas

Actividad:

De acuerdo con la lectura anterior, responde las siguientes preguntas:

1. A través de un esquema representa como realizarías el proceso de domesticación del cerdo a partir del jabalí.



2. Durante el proceso de domesticación de plantas y animales ocurren cambios fenotípicos que reducen su supervivencia, ¿estás de acuerdo con esta afirmación? Explica



3. Elabora un cuadro comparativo entre domesticación y modificación genética

--

4. ¿Qué riesgos encontrarías en la producción y comercialización de cerdos transgénicos?

Explica

Anexo 4. Representaciones Sobre Las Técnicas De Manipulación Genética

Nombre _____ Fecha _____

Realiza la siguiente lectura en grupo de 4 estudiantes, también utiliza el texto de ciencias para ampliar esta información. Luego en un pliego de papel bond realicen un esquema donde describan en que consiste la terapia génica

La terapia génica

Consiste en introducir material genético en las células de un individuo, con fines terapéuticos. Puede ser útil para tratar enfermedades hereditarias y está dirigida a introducir genes que el paciente no tiene, reemplazar o reparar genes que funcionan incorrectamente, inducir el suicidio de células enfermas y fortalecer la protección del sistema inmune contra células anormales.

Esta técnica se puede realizar **ex vivo**, cuando se extraen de un individuo las células anormales, se modifican genéticamente en el laboratorio y luego se vuelven a implantar en el organismo; **in situ**, cuando se introduce material genético directamente en el órgano que no funciona correctamente y, finalmente, **in vivo**, cuando se introduce material genético al torrente circulatorio en vectores apropiados que le permiten ingresar a un órgano específico.

TÉCNICA DE MANIPULACIÓN GENÉTICA

CLONACIÓN

Nombre _____ Fecha _____

Realiza la siguiente lectura en grupo de 4 estudiantes, también utiliza el texto de ciencias para ampliar esta información. Luego en un pliego de papel bond realicen un esquema donde describan en que consiste la clonación

2.3.3 La obtención de organismos clonados

La **clonación** es una técnica mediante la cual se pueden obtener organismos genéticamente idénticos a partir de una célula somática o su núcleo. Para clonar animales se utiliza una técnica denominada **transferencia nuclear**, en la que se utilizan núcleos de células embrionarias en etapas tempranas de desarrollo o de células somáticas diferenciadas y se introducen en un ovocito previamente anucleado de otro individuo de la misma especie. Posteriormente, los ovocitos se implantan en el útero de la hembra receptora y se obtiene un individuo genéticamente idéntico al animal donante del núcleo.

TÉCNICA DE MANIPULACIÓN GENÉTICA

TRANSGÉNESIS

Nombre _____ Fecha _____

Realiza la siguiente lectura en grupo de 4 estudiantes, también utiliza el texto de ciencias para ampliar esta información. Luego en un pliego de papel bond realicen un esquema donde describan en que consiste la transgénesis.

¿ EN QUE CONSISTE LA TRANSGÉNESIS ?

La transgénesis consiste en la introducción de un gen o genes de interés, previamente aislado y caracterizado, a una planta, animal o microorganismo, mediante técnicas de ADN recombinante para expresar una característica nueva o novedosa que normalmente no se encuentra en la especie de interés. El gen introducido es un segmento de ADN quimérico compuesto por una secuencia promotora que conduce la expresión, una secuencia codificadora que contiene la información nucleótidos necesaria para producir una proteína y una secuencia terminadora que es la señal hasta donde llega la acción de expresión. Este gen construido en el laboratorio es denominado TRANSGEN y una vez introducido y expresado en un organismo, el organismo que lo contiene constituye un organismo transgénico. La transgénesis es una forma de modificación genética que se hace en el laboratorio. Aunque se utiliza la denominación de organismo genéticamente modificados, para referirse a los transgénicos, es imperativo aclarar, que este concepto en realidad hace referencia a modificaciones que ocurren por mutaciones, inducidas, espontáneas, por cruces naturales y por cruces dirigidos. En síntesis la transgénesis es una forma de transferencia de genes de un organismo a otro, por medio de técnicas de laboratorio, haciendo uso de las ventajas de la biología celular y la genética molecular.



Anexo 5. Párrafo Argumentativo

TERAPIA GÉNICA, CLONACIÓN, TRANSGÉNESIS

Nombre _____ Fecha _____

Teniendo en cuenta los temas vistos en clase sobre las técnicas de manipulación genética (clonación, terapia génica y transgénesis), responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la tesis central que caracteriza las aplicaciones de la ingeniería genética (terapia génica, transgénesis y clonación)?

2. ¿Cuáles son las justificaciones que apoyan el uso de estas técnicas?

3. ¿Cuáles son los argumentos en contra del uso de estas técnicas?

4. ¿Cuáles son los argumentos favor del uso de estas técnicas?

5. Redacta tu argumento sobre el uso de estas técnicas ordenando las ideas que escribiste en cada uno de los puntos anteriores

Anexo 6. Discusión De Un Caso Ético

Nombre _____ Fecha _____

Como consecuencia de los alcances relacionados con los procesos de manipulación genética y la generación de organismos transgénicos, surgen diversas implicaciones éticas.

A pesar de que la ingeniería genética es una disciplina relativamente reciente, desde hace mucho tiempo atrás se han ejercido prácticas en las cuales se intervienen los genomas de distintos organismos, particularmente de aquellos que representan algún interés en agricultura o ganadería.

Sin embargo, la participación de esta área en la manipulación de genes humanos y su descendencia lleva al surgimiento de dudas relacionadas con los límites de acción participativos y su regulación, focalizada en el respeto por la dignidad humana.

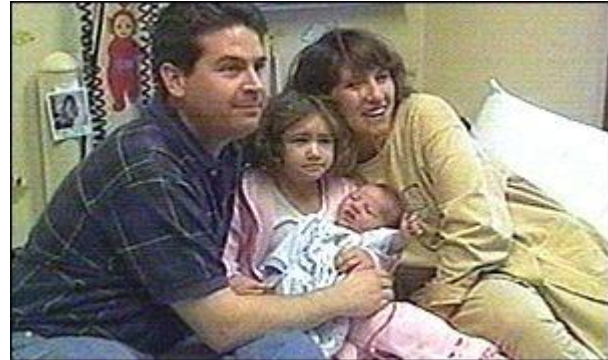
A continuación, se presenta un caso real de manipulación de genes humanos. La actividad a desarrollar consiste en discutir en pequeños grupos el caso ético: Un bebé diseñado. Esta discusión será guiada por cuatro preguntas las cuales deben ser argumentadas por ustedes de forma escrita, luego expondrán sus puntos de vista ante sus compañeros.



UN BEBÉ DISEÑADO

Un bebé de probeta estadounidense ha pasado a la historia, luego de que se diera a conocer que fue seleccionado por expertos en genética por una cualidad única: produce células que pueden salvar a su hermana enferma.

Adam nació en agosto, pero sólo ahora se informó a la prensa internacional de su existencia, que ha generado una intensa controversia.



Los padres, Lisa y Jack Nash, tenían ya una niña, Molly, que padece de una enfermedad conocida como "anemia Fanconi", una deficiencia genética que impide la producción normal de células en la médula.

La pareja recurrió a la fertilización in vitro para tener su segundo hijo y se aseguró de que el niño pudiera ser un donante para su hermana mayor.

Expertos en genética examinaron cada uno de los embriones, descartando varios hasta seleccionar al que fuera totalmente compatible con los tejidos de Molly.

"Queríamos un niño sano; además de ello puede, sin sufrir, salvar la vida de su hermana" dijo Lisa Nash a la prensa.

Técnica revolucionaria

La técnica utilizada para seleccionar a Adam es conocida como "diagnóstico genético de pre-implantación" o PGD por sus siglas en inglés.

El método permite estudiar las características de embriones producidos por fertilización in vitro, antes de que éstos sean implantados en el útero.

Los óvulos fertilizados de la pareja Nash fueron estudiados y varios de ellos fueron eliminados por ser portadores de anemia Fanconi o por no ser totalmente compatibles con las células de Molly.

Adam ya ha donado células de su cordón umbilical a su hermana y según los doctores del Centro Médico Fairview de la Universidad de Minneapolis, donde tuvo lugar el procedimiento, la niña tiene entre 85-90% de oportunidad de recuperación.

Controversia

La utilización de técnicas genéticas para seleccionar a Adam ha dado lugar a un intenso debate.

Según sus críticos, el caso deja en evidencia las posibilidades "monstruosas" que plantea el avance de la tecnología.

"Comprendo el sufrimiento de los padres por su niña enferma, pero nos preocupa que el segundo niño puede verse más como una mercancía útil, que como una persona", dijo a la BBC la Dra. Vivienne Nathanson, directora del Departamento de Ética de la Asociación Médica Británica.

Según Kevin Male, portavoz de la organización pro-vida Life: "Adam fue el embrión número 15, lo que significa que se mató a 14 seres humanos antes de escogerlo".

"En otras palabras, un técnico de bata blanca trajo este ser humano al mundo simplemente como un medio para un fin", agregó Male.

Sin embargo, muchos defienden las posibilidades ofrecidas por las técnicas genéticas, que vienen siendo utilizadas desde hace una década para detectar tempranamente si un embrión padece deficiencias genéticas como la hemofilia o la fibrosis quística.

Fuente: BBC Mundo (2000) Un bebé diseñado

A continuación, discute con tus compañeros y defiende tus argumentos para cada una de las siguientes cuestiones y luego escríbelos en tu cuaderno:

1. ¿Crees que se vulneró el valor de la dignidad del bebé medicamento? Explica

2. ¿Consideras que se ha irrespetado de alguna manera a los embriones no nacidos?

Explica

3. ¿Consideras que de alguna manera se hizo injusticia o discriminación con aquellos embriones sanos incompatibles que fueron desechados? Explica

4. ¿Crees que el bebé medicamento es mejor que los embriones sanos no nacidos? Explica



Anexo 7. Debate Alimentos Transgénicos



El descubrir la verdad sobre los alimentos transgénicos significa enfrentarse a algunas preguntas difíciles de responder: ¿están los científicos alterando la naturaleza?, ¿pueden los organismos modificados genéticamente dañar el medio ambiente?, ¿necesitamos realmente los productos transgénicos?, los defensores del medio ambiente quieren prohibirlos. Estos alimentos son un experimento genético que se está desarrollando en masa en nuestro entorno y en nuestras dietas, pero las grandes multinacionales que han apostado su futuro en esta tecnología insisten en que es seguro quizás estos productos y estas tecnologías han pasado más controles que cualquier producto alimenticio que haya existido en la historia.

En esta actividad se les proyectará un video sobre los alimentos transgénicos (https://www.youtube.com/watch?v=LfzT_gt9zFE), luego el salón se dividirá en dos grandes grupos: un grupo a favor de la producción y consumo de estos alimentos y el otro grupo en contra de estos. Los integrantes de cada grupo deben debatir este tema a través de cuatro afirmaciones orientadoras. Cada integrante debe seguir las reglas indicadas por la docente para participar en el debate como respetar el turno, escuchar al compañero del equipo contrario, refutar la opinión contraria de forma respetuosa, entre otras. El docente

actuará como moderador y secretario en el debate. Las siguientes afirmaciones son las que debes de argumentar o contra argumentar según el grupo al cual pertenezcas en el debate:

1. Los científicos SI están alterando la naturaleza con la producción de alimentos transgénicos
2. Los organismos modificados genéticamente SI dañan el medio ambiente
3. Los alimentos transgénicos SI causan alergias al ser humano
4. Los alimentos transgénicos NO son la solución para erradicar el hambre en el planeta



Anexo 8. Actividad Metacognitiva

Nombre _____ Fecha _____

La siguiente actividad tiene como finalidad que realices un proceso reflexivo sobre la forma como aprendiste, lo que más se te facilitó aprender y lo que se te dificultó durante el desarrollo de las diferentes actividades asignadas sobre manipulación genética. Resuelve de forma individual y luego socializa ante los demás compañeros tus respuestas.

1. ¿Qué fue lo que más se te facilitó aprender en el desarrollo de las diferentes actividades sobre las manipulaciones genéticas?

2. De todas las actividades realizadas, ¿Qué fue lo que más se te dificultó aprender?

3. ¿Qué fue lo que definitivamente no aprendiste?

4. ¿Qué te hubiera gustado aprender?
