



Los tuyos, los míos y los nuestros: ¿Qué pasa con nuestros genes?

Estudio de caso enfocado a fomentar el desarrollo
de la Competencia Argumentativa a través de la
Resolución de Problemas



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Katerin Jannet García Castro
Astrid Milena Echavarría Henao
Diana Cecilia Ocampo Álvarez

Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Facultad de Educación
Universidad de Antioquia

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
Departamento de las Artes y las Ciencias



LOS TUYOS, LOS MÍOS Y LOS NUESTROS. ¿QUÉ PASA CON NUESTROS GENES?:

**ESTUDIO DE CASO ENFOCADO A FOMENTAR EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA
ARGUMENTATIVA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**Monografía para optar el título de Licenciadas en Educación Básica con Énfasis
en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Presentada por

Katerin Jannet García Castro
Diana Cecilia Ocampo Álvarez
Astrid Milena Echavarría Henao

Medellín, 2010

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
Departamento de las Artes y las Ciencias



LOS TUYOS, LOS MÍOS Y LOS NUESTROS. ¿QUÉ PASA CON NUESTROS GENES?:

**ESTUDIO DE CASO ENFOCADO A FOMENTAR EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA
ARGUMENTATIVA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**Monografía para optar el título de Licenciadas en Educación Básica con Énfasis
en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Presentada por

Katerin Jannet García Castro
Diana Cecilia Ocampo Álvarez
Astrid Milena Echavarría Henao

Bajo la dirección de
Gloría María Grisales González

Medellín, 2010

*"El hombre de hoy tiene su cabeza llena de datos y opiniones. Pero
adquiere las opiniones prefabricadas, son de otros, no pensadas.
Y la avalancha de datos que lo aturde, más que acercarlo al
conocimiento lo aleja de él."*

Guillermo Jaim Etcheverry

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos

A Dios que nos dio la fortaleza y la sabiduría para continuar a pesar de los muchos obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de esta investigación.

A nuestras familias por su constante apoyo y motivación, por creer en nosotras, por acompañarnos en las noches en vela, por brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestros estudios universitarios

A los profesores **Gloria María Grisales** nuestra asesora, a **Álvaro Zapata, Lucila Medina de Rivas, Berta Lucila Henao** y a todos aquellos que hicieron aportes y comentarios oportunos a nuestra investigación.

A los estudiantes del grupo 8-B de la I.E.E.N.S.M que participaron en el caso, por su dedicación y compromiso, y a los estudiantes que sobre la marcha decidieron unirse al grupo de estudio de genética. Igualmente agradecemos a la docente cooperadora **Rita Patricia Villa Callejas** por brindarnos su apoyo y recomendaciones.

A nuestros queridos y apreciados amigos Paola García, Gustavo Álvarez, Camilo Molina, Andrés Restrepo, Yudica Herrera, Andrés Montoya, Vanessa Bedoya, Diego Alejandro Sánchez, Liliana María Cifuentes y Blanca Inés Henao, quienes comprendieron nuestras ausencias, nos brindaron su apoyo incondicional y tuvieron fe en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A nuestros jefes **Alejandro García y Nubia Cecilia Ramírez**, quienes comprendieron el nivel de compromiso que requería la investigación, brindándonos los espacios necesarios para el desarrollo de la misma.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE CUADROS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE ANEXOS.....	13
RESUMEN	14

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	15
1. ANTECEDENTES.....	16
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
3. JUSTIFICACIÓN.....	24
4. OBJETIVOS.....	30

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL.....	31
1. RESOLUCION DE PROBLEMAS.....	32
1.1 <i>¿Ejercicios o problemas?.....</i>	<i>36</i>
1.2 <i>Tipos de problemas.....</i>	<i>37</i>
1.3 <i>Problemas y Genética.....</i>	<i>38</i>
1.4 <i>Orientaciones para facilitar el abordaje de situaciones problemáticas abiertas.....</i>	<i>39</i>
1.5 <i>La necesidad de las habilidades cognitivas en la Resolución de Problemas.....</i>	<i>41</i>
1.6 <i>Línea de investigación para alcanzar la Resolución de Problemas.....</i>	<i>43</i>
1.7 <i>El papel de los heurísticos en la Resolución de Problemas.....</i>	<i>43</i>
2. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.....	48
2.1 <i>La objetividad de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).....</i>	<i>48</i>
2.2 <i>La Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en Colombia.....</i>	<i>51</i>
2.3 <i>La interacción de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación.....</i>	<i>51</i>
2.4 <i>Repercusiones de la incorporación en el currículum de las CTS.....</i>	<i>56</i>
3. LA ARGUMENTACIÓN.....	57
3.1 <i>La argumentación en las ciencias.....</i>	<i>57</i>
3.2 <i>La argumentación: ¿Competencia o habilidad?.....</i>	<i>61</i>
3.3 <i>Argumentación y Resolución de Problemas.....</i>	<i>63</i>

3.4	<i>Modelo Argumental de Toulmin (MAT)</i>	68
4.	GENÉTICA MODERNA	72
4.1	<i>Manipulación Genética</i>	73
4.1.1	<i>Algunos tipos de Manipulación</i>	74
4.2	<i>Algunos beneficios de los avances en el estudio de la genética</i>	78
4.3	<i>Algunos riesgos de los avances en el estudio de la genética</i>	78
4.4	<i>Bioética</i>	79

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO..... 81

1.	METODOLOGÍA	82
2.	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	84
3.	ESTUDIO DE CASO.....	85
4.	MAPEO.....	91
4.1	<i>Población</i>	93
4.2	<i>Muestreo</i>	101
4.2.1	<i>Descripción del Caso</i>	102
5.	TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	106
5.1	<i>Descripción de los Instrumentos</i>	107
5.1.1	<i>Test CAME (Cognición, Acción, Metodología)</i>	107
5.1.2	<i>Cuestionario de indagación de ideas previas y valoración de habilidades en la Resolución de Problemas</i>	109
5.1.3	<i>Cuestionario de indagación de ideas previas frente al tema de Genética</i>	113
5.1.4	<i>Cuestionario de indagación del nivel de argumentación</i>	118
6.	SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	122
7.	METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA.....	126

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS 130

PRIMERA PARTE 132

1.	RESULTADOS Y ANALISIS: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	134
1.1	<i>Unidad de análisis 1: Resolución de Problemas</i>	134
1.1.2	<i>Red sistémica</i>	137
1.1.3	<i>Análisis de resultados</i>	138
1.2	<i>Unidad de Análisis 2: Comportamientos y Habilidades de Resolución</i>	144
2.	RESULTADOS Y ANÁLISIS: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS DE GENÉTICA.....	157
2.1	<i>Unidad de Análisis 1: Relación de la información celular</i>	157

2.2	<i>Unidad de Análisis 2: Relación herencia y ambiente</i>	160
2.3	<i>Unidad de Análisis 3: Herencia de padres a hijos</i>	164
2.4	<i>Unidad de Análisis 4: Origen de características hereditarias</i>	165
2.5	<i>Unidad de Análisis 5: Exclusividad de la información genética</i>	167
2.6	<i>Unidad de Análisis 6: Conocimientos sobre genética moderna</i>	168
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS: CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DEL NIVEL DE ARGUMENTACIÓN	172
SEGUNDA PARTE		180
1.	RESULTADOS	183
2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	188
2.1	<i>Análisis de las respuestas a las situaciones problemáticas propuestas</i>	189
CONCLUSIONES		220
RECOMENDACIONES		225
LIMITACIONES		228
BIBLIOGRAFÍA		231

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistematización cuestionario tipo Likert titulado: ¿Eres bueno resolviendo problemas?.....	145
Tabla 2. Sistematización de los resultados obtenidos para la primera pregunta del cuestionario de indagación de ideas previas en genética...	158
Tabla 3. Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 2 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética.....	161
Tabla 4. Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 4 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética.....	161
Tabla 5. Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 3 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética.....	165
Tabla 6. Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 6 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética.....	168
Tabla 7. Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 7 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética.....	169
Tabla 8. Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 1 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación.....	174
Tabla 9. Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 2 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación.....	176
Tabla 10. Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 3 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación.....	178

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cualidades que caracterizan los elementos del MAT, los matices o niveles que puede presentar cada descripto y las convenciones para la descripción. Tomado de Henao, 2010 (p. 237).....	124
Cuadro 2. Algunos de los heurísticos que se considera pueden ser empleados por los estudiantes durante el proceso de resolución y sus características.....	125
Cuadro 3. Respuestas de los estudiantes a las preguntas abiertas formuladas en el instrumento de indagación de ideas previas en Resolución de Problemas. Los subrayados permiten el establecimiento de las diferentes categorías y subcategorías que se representan en la red sistémica.....	135
Cuadro 4. Matriz de análisis en la que se incluyen los elementos del MAT y las características a valorar en las respuestas de los estudiantes. Adaptado de Henao (2010).....	189
Cuadro 5. Algunos fragmentos de la socialización de la situación problémica.....	208
Cuadro 6. Valoración cualitativa de los resultados obtenidos de la Guía de Actividades, frente a la resolución de problemas y la competencia argumentativa.....	219

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. La argumentación como competencia básica en la construcción de conocimientos (Henaó & Stipcich, 2008).....	68
Figura 2. Esquema del texto argumentativo, según Toulmin (1993).....	69
Figura 3. Red de conectores (Sardá y Sanmartí, 2000).....	72
Figura 4. Implicaciones que la ingeniería genética tiene, y puede llegar a tener, en la sociedad del siglo XXI. Adaptado de Ibáñez (2004).....	77
Figura 5. Elementos retomados del MAT.....	123
Figura 6. Red sistémica en la que se categorizan las concepciones y algunas de las ideas previas de los estudiantes acerca de la Resolución de Problemas.....	138
Figura 7. Red sistémica en la que se representan las concepciones de los estudiantes ante la forma cómo y a través de qué se transmiten las características hereditarias.....	166
Figura 8. Posible relación entre los niveles de valoración de las cualidades caracterizan los elementos del MAT seleccionados con el empleo de heurísticos en el proceso de resolución de problemas.....	183
Figura 9. Pertinencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas.....	184

Figura 10. Suficiencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas.....	185
Figura 11. Necesidad de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas.....	186
Figura 12. Coherencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas.....	187
Figura 13. Adecuado de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas.....	188
Figura 14. Ejemplo MAT de la respuesta que da la estudiante E2 a la pregunta dos de la situación.....	203
Figura 15. Imagen de Web consultada sobre la aplicación de la ingeniería genética en la producción de cultivos transgénicos. En esta, la parte sombreada señala la información que pudo ser tomada en cuenta por E2 para argumentar la pregunta número dos de la actividad.	214

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Introducción a la manipulación genética: guía de actividades	250
ANEXO 2. Actividad / taller propuesto para trabajar la temática de ADN en la IEENSM.....	274
ANEXO 3. Situación Problémica: ¿Influye la luna en el crecimiento de las plantas? (Adaptado de Jiménez, 2010).....	275
ANEXO 4. Situación Problémica: ¿Es este el cuerpo de Copérnico? (Adaptado de Jiménez, 2010).....	277
ANEXO 5. Fragmentos retomados del modulo diseñado por Escudero (s.f) para la construcción de argumentos.....	281
ANEXO 6. Ejemplo de la problemática identificada por E2 en su barrio..	292
ANEXO 7. Algunas de las respuestas de los estudiantes al heurístico inicialmente propuesto para la resolución de la situación problémica llamada: ¿Es este el cuerpo de Copérnico?.....	296
ANEXO 8. Algunas de las situaciones problémicas planteadas en la Guía de Actividades resueltas por los estudiantes.....	303
ANEXO 9. Matriz de Análisis en la que se incluyen las respuestas de los estudiantes a las situaciones problémicas planteadas teniendo en cuenta algunos elementos del MAT (Adaptado de Henao, 2010).....	316
ANEXO 10. Registro fotográfico.....	346

RESUMEN

La presente investigación monográfica pretende resaltar la importancia de la Resolución de Problemas vinculada con la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), como estrategia flexible que favorece la competencia argumentativa en la formación ciudadana de los estudiantes, sobre tópicos actuales como lo son las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética. La investigación de tipo cualitativo se desarrolla en un estudio de caso intrínseco con 6 estudiantes del grado octavo de la I.E.E.N.S.M y tiene un alcance exploratorio – descriptivo.

Para la implementación de la estrategia se propone una guía sobre manipulación genética que cuenta con seis situaciones problémicas a través de las cuales se busca valorar los argumentos y los heurísticos empleados por los estudiantes durante los procesos de resolución de problemas. Previo al trabajo sobre la guía de manipulación, se indaga sobre las ideas previas de los estudiantes frente a la resolución de problemas, la genética (herencia mendeliana y ADN y proteínas) y la argumentación. A partir de los resultados obtenidos en la fase de indagación se desarrollan los contenidos a trabajar para introducir las temáticas de interés (Resolución de Problemas, Genética y Herencia y algunos elementos básicos de Argumentación).

Según los resultados obtenidos es posible afirmar que el trabajo a través de la Resolución de situaciones problémicas contribuye favorablemente al desarrollo no solo de la competencia argumentativa, sino también de las competencias interpretativa y propositiva de las cuales estas dos últimas no se hacen explícitas en la investigación. Aun así, se aclara que esta orientación educativa no ofrece una solución definitiva, es una propuesta de trabajo y experimentación que merece sin duda un esfuerzo adicional de investigación.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

1. ANTECEDENTES

El problema que se formula a continuación, surge de la observación no participante de las actividades, trabajos y evaluaciones propuestas para los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (IEENSM), especialmente los trabajos relacionados con la genética.

Los talleres y exámenes (o evaluaciones de final de periodo), y la elaboración de los diarios de clase, de carpetas que contienen noticias relacionadas con las ciencias naturales y de diccionarios, hacen parte entre otros, de los instrumentos empleados para la evaluación de la clase de ciencias. A continuación, se hace una apreciación de las actividades y métodos evaluativos empleados por el profesor titular, que deriva de las observaciones realizadas frente a cada instrumento, ya que a partir de dicho análisis será posible formular la problemática que oriente esta investigación.

Para comenzar, en el diseño de las primeras herramientas evaluativas mencionadas (evaluaciones, talleres y actividades de clase), es posible evidenciar que la argumentación no es una competencia que predomine. Por ejemplo, en el caso de las evaluaciones, las preguntas formuladas suelen ser cerradas y de selección múltiple, en las cuales por lo tanto no es necesario dar una explicación que deje ver de alguna forma la comprensión del tema por parte de los estudiantes. Adicionalmente algunas de las preguntas “abiertas”, apuntan a dar definiciones puntuales de diferentes conceptos y la aplicación de los mismos de forma mecánica; es decir el conocimiento adquirido en la unidad de genética se resume en la solución a un ejercicio, en el que no se pide la elaboración de conclusiones, ni la justificación de resultados.

No obstante, se encontró entre las actividades, lo que parecía ser una situación problemática en la que se buscaba confirmar la paternidad de alguien (ANEXO 2). La historia redactada resultaba interesante y acercaba al estudiante a su entorno, por lo tanto, la situación parecía prestarse para el desarrollo de un buen escrito, aun así, la pregunta, fue demasiado obvia para los estudiantes <<¿Cómo harías para confirmar

que el padre de Martín es Juan?>> Frente a esta pregunta, la respuesta fue igual de simple; *<<con una prueba de paternidad>>* (es lo que responde la mayoría de los estudiantes). Ninguno de ellos explicó en qué consistía dicha prueba ni cómo a partir de la misma era posible demostrar el lazo de unión entre Juan y Martín. Este tipo de tareas en palabras de Jiménez (2003), no presentan una gran demanda cognitiva, ni requieren la resolución de un problema.

Adicionalmente, como estrategia de trabajo, se propone para cada clase el desarrollo de una tarea o de una consulta, que muy pocas veces llega a socializarse en clase. Al revisar estas consultas, es evidente que los estudiantes, se limitan a copiar la información necesaria para resolver la tarea y la copia la hacen exactamente como se plantea en la fuente de consulta. Es posible que no hagan un ejercicio de lectura consciente de las mismas y que sólo lo hagan por cumplirle al docente. Adicionalmente se ha confirmado que la mayoría realiza las consultas desde internet; frente a este tema se han desarrollado varias investigaciones (García 2003; Segura (2004); Contreras, 2006; Guerreschi, 2007; Area, 2008 y Tesouro y Puiggalí, 2004, citados por Abdul, Talmen, Vergara, Moreno, y Jiménez. H., 2008), de las cuales es posible concluir que este medio de consulta puede representar un problema debido a que no toda la información que circula en la Red, resulta ser confiable, relevante y fidedigna; por lo tanto si el estudiante no cuenta con una formación (que se considera es lo más probable) en la selección de la información consultada, entonces es factible que muchas de las consultas estén mal elaboradas y al no ser socializadas y aclaradas en clase, el estudiante no sabe si la información obtenida es pertinente para la consulta.

A partir del análisis de las herramientas anteriores, es posible afirmar, que cuando se enseña, los procesos de aprendizaje por lo general en el estudiante se limitan a la reproducción y mecanización de la información transmitida por el docente, por lo tanto sus producciones suelen ser pobres tanto de contenido como de justificaciones y argumentos, cuando por el contrario, lo ideal es que el estudiante articule los distintos saberes específicos y establezca relaciones entre dicho

conocimiento y su diario vivir (Duschl 1998; Martin, 1999), no obstante, también cabe preguntarnos ¿enseñamos a nuestros estudiantes a razonar en clase?

Continuando el análisis de las herramientas evaluativas restantes (diarios de clase elaborados por los estudiantes, carpetas y diccionarios), se tiene el diario de clase elaborado por los estudiantes, el cual debe cumplir con unos elementos mínimos, que son; la descripción de la metodología empleada en clase, una breve explicación de lo que se aprendió y su importancia, una breve descripción de lo que no se aprendió y finalmente una reflexión personal con respecto a la clase. En los diarios es posible apreciar que la mayoría de los estudiantes no elabora textos escritos, sino que por el contrario, presentan un montón de listas que cumplen de alguna forma con el requerimiento mínimo del diario. En la parte de lo aprendido, muchos, se limitan a transcribir algunas de las temáticas que hay en el cuaderno de ciencias, no lo expresan con sus propias palabras y tampoco generan reflexiones frente al conocimiento adquirido y su importancia, ya sea dentro de la misma ciencia o en su entorno. Esto se ve apoyado en las investigaciones realizadas por Pozo y Gómez (1998; citados por García de Cajén, Dominguez y García Rodeja, 2002), quienes señalan la dificultad de los estudiantes para transformar los conocimientos científicos y conceptuales en acciones o predicciones aplicables en su entorno.

Por otra parte, en el caso de los diccionarios, se diseñan con el fin de que el estudiante consigne allí, aquellas palabras o términos que desconoce. No obstante, muy pocos cumplen con esta labor y de aquellos que la realizan, algunos ponen definiciones simplistas, como dicese del acto de (...) o también toman definiciones que no guardan una relación con las ciencias, cuando es sabido que es esa el área para la cual se desarrolla el diccionario.

Finalmente, se tiene la carpeta de noticias de ciencias. Para el desarrollo de ésta, al igual que en el caso del diario, existen unos criterios mínimos de elaboración. Se debe presentar un resumen de la noticia consultada, realizar un glosario con

términos desconocidos (resueltos obviamente) y finalmente, se debe hacer una reflexión o un comentario personal frente a la noticia consultada.

Este ejercicio llama nuestra atención ya que a través del desarrollo de dicha carpeta, se está promoviendo la lectura en los estudiantes, además de resultar pertinente en la medida que posibilita al estudiante relacionar el conocimiento adquirido en la clase de ciencias con los fenómenos que le rodean, los cuales se ven reflejados en las noticias consultadas. Sin embargo, la elaboración de esta carpeta resulta ser 'mediocre' en la mayoría de los casos, ya que es posible evidenciar que los estudiantes no saben cómo hacer un resumen y sus reflexiones frente a la noticias resultan ser simples y poco críticas, es más, los estudiantes en "sus" reflexiones suelen copiar segmentos de la noticias consultadas. En este sentido, Sardá y Santmartí (2000) mencionan que diez "conclusiones de las producciones de los estudiantes son tautologías de la tesis inicial, o bien escritas exactamente con las mismas palabras, o bien con palabras diferentes. Algunas, además aportan algún comentario añadido" (p. 417)

En este punto, es importante aclarar que con el análisis anterior no se busca demeritar la labor del docente en la clase de ciencias, por el contrario, hay métodos evaluativos que resultan interesantes y pertinentes para el trabajo en esta área, la dificultad está en que los estudiantes no los ejecutan de forma adecuada.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A través del análisis de los instrumentos anteriores, es posible evidenciar que hay (en sentido general) un bajo nivel de argumentación en los estudiantes de grado octavo en el área de ciencias naturales. Esta idea, se ve reforzada por algunas dificultades o situaciones que se considera contribuyen al bajo desarrollo de la competencia argumentativa en los estudiantes y que son ampliadas a continuación

En este sentido, se reconoce que el transmisionismo es un método o modelo de enseñanza que puede llegar a dificultar el desarrollo de la competencia argumentativa, ya que por lo general en estos ambientes de aprendizaje, el estudiante no participa ni pregunta, por el contrario gran parte de las preguntas son formuladas por el profesor y el estudiante se limita a dar respuesta a las mismas; no obstante, estas respuestas se caracterizan porque son escasas de argumentos, esto debido a que de igual forma la pregunta es cerrada y no invita a la reflexión y el análisis. De esto se deriva el hecho de que por lo general cuando se le asigna un trabajo al estudiante en el que debe expresar su punto de vista u opinión, frente algún aspecto científico o relacionado con las ciencias, parece que éste no lo hace con un interés genuino por aprender o conocer, por el contrario, lo que el estudiante busca es satisfacer al docente, tratando de adivinar lo que se espera de él; viéndose de alguna forma condicionado en su proceso de aprendizaje y en el proceso de producción de conocimiento (Llorens y De Jaime, 1995, citado por Duschl, 1998)

Se considera que lo expresado anteriormente, deriva en un aprendizaje memorístico por parte del estudiante. Sin embargo vale la pena aclarar que no se quiere menospreciar el importante papel que tiene la memoria en el proceso de construcción del conocimiento y del aprendizaje de cualquier saber específico. Cuando se hace referencia a un aprendizaje memorístico se quiere significar con esto a la aplicación mecánica del estudiante de los contenidos aprendidos; es decir, contrario a lo expresado por Sanmartí y Tamayo (2005) el estudiante no sabe cómo usar adecuadamente tanto las palabras como los conceptos según los diferentes contextos,

problemas o situaciones a las cuales se enfrenta, además, no logra relacionar los diferentes conceptos aprendidos en los diferentes campos del saber (interdisciplinariedad).

Por otra parte, es de notar que en las clases de ciencias es posible encontrarnos con dos tipos de lenguaje; el lenguaje que emplea el docente que es un lenguaje enmarcado en las ciencias y por lo tanto científico y el lenguaje convencional con el que llega el estudiante a la clase de ciencias. Este último, maneja conceptos sencillos y simples, sin ser técnicos, adquiridos del entorno y que en algunos casos suelen ser más culturales que científicos, lo que conduce a la asignación y a la construcción de diferentes significados para un mismo concepto (Osborne y Freyberg, 1991). Esto es definido por Lemke, como una falta de comunicación en la clase de ciencias y los fallos en esta comunicación derivan en un problema más graves (Jiménez, 1998). En este sentido el estudiante al tratar de dar explicación a diferentes hechos, suele hacer una mezcla de términos, que no se relacionan con el fenómeno que pretende explicar.

Adicionalmente varios estudios (Llorens y De Jaime, 1995; Custodio y Sanmartí, 1997) muestran las dificultades de los estudiantes para hacer el paso de las justificaciones relacionadas con la vida cotidiana a las justificaciones científicas o explicadas en clase (Jiménez, 2003). Esta justificación es entendida en el sentido que lo expresa Jorba (1998, citado por Sardá y Sanmartí, 2000), justificar es «producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con la finalidad de modificar el valor epistémico de la tesis desde el punto de vista del destinatario» (p. 413). Sardá y Sanmartí (2000), continúan esta idea explicando que el estudiante tiende a incorporar ideas científicas que no tienen relación entre ellas (desde el punto de vista del experto), formuladas en términos cotidianos; en este sentido, Llorens y De Jaime (1995, citados por Sardá y Sanmartí, 2000) argumentan que ésta es una de las dificultades más importantes de los estudiantes debido a que por lo general sus ideas suelen estar desarticuladas entre ellas, lo que dificulta el establecimiento de una línea argumentativa coherente a lo largo del texto (que puede ser oral o escrito).

En este sentido, vale la pena preguntarse ¿Cuántas veces los docentes se ven obligados a leer entre líneas los trabajos escritos de los estudiantes, tratando de descifrar qué es lo que intentan decir? ¿Cuántas veces de las ideas expresadas por ellos de forma oral, pone al docente en la función de interpretar y reformular, sus intentos por dar una opinión? ¿Y si lo que el estudiante trata de decir, no es lo que el docente piensa?

En este sentido, Figel (2009) en una publicación del periódico AITablero del Ministerio de Educación Nacional, menciona que para el aprendizaje permanente del individuo son necesarias ocho competencias claves entre las que se incluye el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas entre otras. Sin embargo, es conviene preguntarse, ¿cuántas veces en el hacer como docentes se ha escuchado la expresión “el estudiante debe ser crítico y reflexivo”? ¿Cuántas de esas veces que se dice o se escucha esa expresión, se considera qué es lo que quieren significar con un pensamiento crítico o un pensamiento para la acción? ¿Se les enseña a los estudiantes en las aulas a construir este tipo de aprendizaje? ¿Qué se hace como docente en las clases para que el estudiante se muestre crítico ante el conocimiento científico?

Estos interrogantes hacen parte de las bases que orientan esta investigación que no sólo busca que el estudiante adquiera un aprendizaje conceptual, sino que principalmente le permita al estudiante ser crítico, reflexivo y trascendente frente al conocimiento y el mundo que le rodea.

El problema formulado lleva a pensar y plantear para esta monografía una pregunta a través de la cual sea posible contribuir a que el estudiante le encuentre sentido a lo que aprende y como consecuencia de esto los resultados se vean reflejados en las acciones y decisiones que tome éste como sujeto activo de la sociedad. Concretándose en la siguiente pregunta:

¿Cómo desde la estrategia de resolución de problemas apoyada en la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, es posible fomentar el desarrollo de la competencia argumentativa en el aprendizaje de las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética, en un grupo de estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín?

3. JUSTIFICACIÓN

Formar en ciencias significa hacer personas creativas, capaces de razonar, debatir, producir y convivir en un entorno cada vez más complejo y competitivo

(MEN, 2004)

A partir del problema formulado, se propone un cambio en los métodos de enseñanza desde el empleo de estrategias que favorezcan fundamentalmente el desarrollo de la competencia argumentativa en los estudiantes, para dar cumplimiento a uno de los fines fijados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), que consiste en la “formación de individuos que no se limiten a acumular conocimiento, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas, para que los individuos asuman compromisos personales” (MEN, 2004). Este fin, se relaciona significativamente con los objetivos, la misión y visión que perfila la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín, una institución en la cual se busca formar ciudadanos y maestros integrales, que aporten al desarrollo social desde el ser, el saber, el hacer y el convivir; comprometidos y responsables socialmente, y capaces de liderar proyectos pedagógicos y culturales que aporten a la transformación social tanto en contextos urbanos como rurales.

Por otra parte, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia se ha puesto en la tarea de crear una serie de guías que sirven de orientación al docente para lograr que el estudiante desarrolle las competencias y habilidades necesarias que exige el mundo contemporáneo para vivir en sociedad. Entre éstas guías se proponen los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, los lineamientos curriculares y pruebas de conocimiento (como las pruebas saber, los ICFES y los ECAES) por medio de los cuales se busca evaluar el desarrollo de habilidades científicas requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas. Los estándares de competencias en Ciencias Naturales buscan que los estudiantes desarrollen y construyan los conocimientos y herramientas para comprender su

entorno, y aportar a su transformación, siempre desde una postura crítica y ética frente a los hallazgos de la ciencia.

Adicionalmente, en su propuesta, el MEN plantea que los conocimientos que debe manejar un estudiante involucran la capacidad del mismo, para argumentar; además de la importancia de establecer relaciones entre el conocimiento adquirido en la escuela y su contexto. En este sentido el Ministerio de Educación (2002) señala que enseñar a resolver problemas constituye un contenido relevante en la enseñanza escolar. Supone no sólo la enseñanza de procedimientos, destrezas y estrategias de resolución, sino también el desarrollo de actitudes valorativas positivas hacia el aprendizaje, utilizando la resolución de problemas como estrategias

Frente a estas formulaciones, resulta necesario y urgente el diseño de estrategias que permitan que el aprendizaje cobre sentido y signifique algo para los estudiantes. Para lograr esto, en el aula se pueden introducir estrategias como la resolución de problemas (apoyada en la ciencia, la tecnología y la sociedad), que permiten concebir el conocimiento científico como el resultado de una construcción social, más que un conocimiento conceptual y objetivo. Adicionalmente, al trabajar desde estas estrategias se tiene en cuenta las ideas previas del estudiante, además de desarrollar en ellos la metacognición, entendida como la capacidad del estudiante de autorregular su aprendizaje y ser consciente del mismo.

Para apoyar la idea expresada, Jiménez y Sanmartí (1997) argumentan que “la ciencia se origina en preguntas, en problemas a los que se busca solución; es una actividad cognitiva que trabaja con elementos como hipótesis, principios o teorías sujetas a comprobación o refutación”. Es por esto, que se selecciona como tema para trabajar, la manipulación genética, debido a que el interés y la importancia en torno al trabajo sobre la molécula de ADN (que hoy se conoce como el secreto de la vida), comienza luego de ser descifrada aproximadamente en 1953 y hoy día, los estudios y desarrollos científicos en torno a ésta parecen no tener límite; debido a que con la comprensión de la estructura de los genes y cómo la información que portan se traduce

en funciones o características, se comienza a buscar la forma de aislarlos, analizarlos, modificarlos y hasta de transferirlos de un organismo a otro para otorgarle una nueva característica.

Desde ese entonces, los avances tecnológicos han permitido a los científicos estudiar en detalle al ADN y su estructura, a través de proyectos como el del genoma humano que ha servido para explorar nuestro ambiente genético y para ponernos al tanto de los recursos benéfico que pueden contribuir a entender y mejorar nuestras vidas, acelerando el descubrimiento de algunas enfermedades hereditarias y las relaciones genéticas entre especies.

Es evidente pues, que en el mundo actual los nuevos avances científicos y tecnológicos han adquirido mucha relevancia en nuestra sociedad. Cuestiones como la clonación, las alteraciones del genoma, la terapia génica, la transgénesis y pruebas de ADN, entre otros; son objeto de discusión en numerosos artículos e incluso, de secciones especiales en los medios de comunicación. Es por esto, que se considera que los estudiantes del siglo XXI deben poseer una formación científica que les permita plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas actuales y tratar de buscar sus propias respuestas.

Adicionalmente, el desarrollo en este campo de la biología, permite llevar al aula situaciones que motiven e interesen al estudiante, ayudándole al mismo tiempo a desarrollar capacidades para interpretar, entender y relacionar dicha información con los contenidos conceptuales de la biología y su impacto en la sociedad.

En este sentido, Fourez en 1997 (citado por Campanari y De Longi, 2005) habla de una alfabetización científica para todos, en la cual según Laugksch (2000) y Oecd (2007) (citados por Larrain, 2009) es determinante la competencia científica de la población.

Este emergente enfoque curricular es conocido como el movimiento CTS (relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad) y se fundamenta en la necesidad de formar ciudadanos responsables, con capacidad crítica; es decir, que puedan evaluar la información recibida y que sean conscientes del impacto de las decisiones que se toman en la sociedad, manteniendo opiniones argumentadas (Marco-Stiefel, 2000, citado por Jiménez, 2010).

Para lograr la articulación de estos dos enfoques y sus objetivos, se considera pues, que a través del desarrollo de la competencia argumentativa es posible aprender mucho más que conceptos, procedimientos o actitudes, es posible también aprender a pensar científicamente. Adicionalmente, Jiménez (2010) explica que a través de la argumentación es posible evidenciar el aprendizaje del estudiante, debido a que los procesos de pensamiento y de razonamiento, se hacen explícitos cuando el estudiante emplea el lenguaje como un instrumento de comunicación en las clases de ciencias. Adicionalmente afirma que la argumentación en las ciencias contribuye a mejorar la interpretación de los textos científicos, incluyendo noticias de prensa, informes, resúmenes y conclusiones, entre otros (Jiménez, 2010).

Todo esto hace parte esencial de la alfabetización científica. Además, frente al desarrollo del pensamiento crítico la argumentación contribuye a objetivos relacionados con la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales ejerciendo el pensamiento crítico, al poner énfasis en la capacidad de las personas para reflexionar sobre la realidad y modificarla (Jimenez, 2010). Esta habilidad para aplicar el conocimiento adquirido en diversos contextos es definido por Solaz y Sanjosé (2008) como transferencia.

Se piensa entonces, que la estrategia de resolución de problemas, potencia las habilidades cognoscitivas y cognitivas del estudiante, con el fin de que el aprendizaje logrado se de de forma autónoma, lo que implica aprender a aprehender y por ende a pensar. De esta forma es posible abrir espacios que favorezcan los procesos de reflexión en el aula como lo son las discusiones de clase o los debates, que implican un

diálogo argumentativo (un dialogo que no se basa en simples opiniones), haciendo de la clase de ciencias lo que Jiménez (2004) define como una comunidad de producción de conocimientos científicos, una comunidad en la que los estudiantes adquieren una alfabetización científica que les permite ser observadores críticos (de publicidad, artículos, investigaciones y documentales entre otros) y miembros activos de la sociedad.

En este sentido, en varias investigaciones relacionadas con la resolución de problemas, se ha demostrado que el hecho de que los alumnos resuelvan correctamente problemas cerrados (los ejercicios clásicos), no significa necesariamente que usen un conocimiento conceptual adecuado (Kinneer, 1983; Stewart, 1983; Hackling y Treagust, 1984; Thompson y Stewart, 1985; Moll y Allen, 1987; Ayuso y otros 1996). Es por esto que el docente apoyado en la ciencia, tecnología y sociedad, debe formular preguntas y situaciones (problemas auténticos) que inviten a la reflexión el análisis, para impedir que se vea afectada la capacidad crítica del estudiante, y evitar también, que se promueva una visión positivista, simplista y errada de la ciencia, donde el estudiante puede llegar a pensar que los conocimientos científicos son una 'verdad', inequívoca y acabada. En este sentido, Lugo (1998) dice que partiendo de un breve análisis de la Historia de las Ciencias, puede afirmarse que ha sido la necesidad de resolver problemas la que ha estimulado la investigación y el progreso. Y se puede conjeturar, sin temor a exagerar, que toda la ciencia ha sido desarrollada en el proceso continuo y dinámico de formulación y resolución de problemas. Sin duda, esta tarea de encontrar soluciones, es una actividad intelectual compleja. Por esta razón, la enseñanza debe generar comprensiones genuinas, y esto significa poder ir más allá de lo aprendido, operar con el conocimiento en situaciones nuevas para resolver problemas

Por otra parte, la Resolución de problemas, en relación con la argumentación en cuestiones socio científicas contribuye al pensamiento crítico y al aprendizaje de las ciencias y su relación con la vida diaria o los campos del conocimiento (Jiménez, 2010).

Para finalizar, la proximidad del estudiante con el medio que le rodea en su proceso formativo, implica hacer los saberes significativos para el “saber”, para el “saber hacer” y para el “saber ser”, lo que le exige preguntarse acerca de “todo”, a relacionarse de manera diferente, a mirar comprensivamente el medio y, en últimas, a la reelaboración de la realidad.

Es por esto, que se propone fomentar la competencia argumentativa en las clases de ciencias a través de la estrategia de resolución de problemas apoyada en la ciencia, tecnología y sociedad, mejorando al mismo tiempo, los niveles de aprendizaje principalmente, por medio de preguntas y reflexiones que surgen cuando se interpreta un texto o se contextualiza un tema, para que el estudiante se pueda enfrentar a situaciones problémicas y al mismo tiempo pueda formular interrogantes de su interés, y aprenda a comunicar ideas argumentadas con un alto poder persuasivo, no sólo en las clases de ciencias, sino también en su comunidad.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar cómo desde la estrategia de resolución de problemas apoyada en la ciencia, tecnología y sociedad, es posible el desarrollo de la competencia argumentativa en el aprendizaje de las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética, por parte de un grupo de estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín

Objetivos Específicos

Identificar los heurísticos utilizados por los estudiantes durante el proceso de resolución de las situaciones problémicas relacionadas con las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética.

Evaluar a través de la identificación de los componentes propuestos en el modelo argumental de Toulmin (MAT), la validez de los argumentos presentados por los estudiantes durante el proceso de resolución de problemas, con base al desarrollo de heurísticos.

Valorar la influencia que presenta la estrategia de resolución de problemas apoyada en la ciencia, tecnología y sociedad, en la generación de un pensamiento para la acción a través de la articulación de conocimientos científicos, tecnológicos y sociales de la manipulación genética, para el desarrollo de la competencia argumentativa en los estudiantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL

1. RESOLUCION DE PROBLEMAS

“Enseñar a resolver problemas no consiste sólo en dotar a los alumnos de destrezas y estrategias eficaces, sino también de crear en ellos el hábito y la actitud de enfrentarse al aprendizaje como un problema al que hay que encontrar respuesta. No se trata sólo de enseñar a resolver problemas sino también de enseñar a plantearse problemas como forma de aprender, a convertir la realidad en un problema que merece ser indagado y estudiado”

(Pozo, 1994, p.15-16)

Tal vez la resolución de problemas sea la estrategia más renombrada en ámbitos escolares pero ello no implica que sea la más conocida en sus aspectos técnicos y precisiones conceptuales que permitan diseñar propuestas de calidad para implementarla. Lejos de lo que habitualmente sucede en el salón de clase, la enseñanza por medio de la resolución de problemas coloca al estudiante frente a una situación compleja, no estructurada, confusa, en la que el mismo debe sentirse interesado y comprometido a resolver. Para ello, es necesario que identifique el problema antes de llegar a una solución posible. En esta medida es necesario comenzar identificando que comprendemos por problema.

¿Qué es un problema?

La definición de Krulik y Rudnik (1980) resume bien esta cuestión: “Un problema es una situación, cuantitativa o no, que pide una solución para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla” (citado por Martínez y Sifredo p. 108). Esta misma idea aparece indirectamente cuando se habla de resolución de problemas. Polya (1980) señala que “resolver un problema consiste en encontrar un camino allí donde previamente no se conocía tal, encontrar una salida

para una situación difícil, para vencer un obstáculo, para alcanzar un objetivo deseado que no puede ser inmediatamente alcanzado por medios adecuados” (citado por Martínez y Sifredo, 2005 p. 108). En este sentido Elshout (1985) desarrolla la idea de "umbral de problematicidad" diferente para cada persona y por encima del cual se puede considerar que una situación constituye un verdadero problema para las personas implicadas.

La práctica docente habitual; señala, que los “problemas” son explicados como algo que se sabe hacer, como algo cuya solución se conoce y que no genera dudas ni exige tentativas: el profesor conoce la situación, para él no es un problema y la explica linealmente, “con toda claridad”, transmitiendo la sensación real de que se trata de algo perfectamente conocido; consecuentemente, los alumnos pueden aprender dicha solución y repetirla ante situaciones idénticas, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier pequeño cambio les supone dificultades insuperables, provocando el abandono. (Martínez y Sifredo, 2005).

Las situaciones problémicas son esenciales para la conceptualización, para la comprensión de un concepto y para darle sentido al concepto según Vergnaud “un problema no es un problema para un individuo a menos que él o ella tengan el concepto que lo/la torne capaz de considerarlo como un problema para sí mismo” (citado por Moreira, 1994 p. 42). La problematización va mas allá de la contemplación de precisiones del mundo perceptible, los problemas son hipotéticos y prácticos; no meramente rutinarios.

Por su parte Guanches (2000) en su artículo la enseñanza problémica de las ciencias naturales destaca que: “una situación problémica se define como un estado de tensión TENSIÓN intelectual que se produce en el alumno al enfrentarse con una contradicción del contenido de enseñanza, que para él, en ese momento, resulta inexplicable con los conocimientos que posee acerca del objeto de estudio”.

El papel que juega el maestro a la hora de comprender un problema es esencial ya que es este precisamente el que crea la contradicción, de este modo al alumno le surge el problema.

Chi y Glaser proponen “un problema es una situación en la que se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario un medio para conseguirlo” (citado por Varela, 1986 p.27)

¿Qué es resolver un problema?

Quizás para muchos la resolución de problemas consiste en darle al alumno una serie de formulas o instrucciones para seguir al pie de la letra, y de allí no trascienden.

“Enseñar a resolver problemas no consiste sólo en dotar a los alumnos de destrezas y estrategias eficaces, sino también de crear en ellos el hábito y la actitud de enfrentarse al aprendizaje como un problema al que hay que encontrar respuesta. No se trata sólo de enseñar a resolver problemas sino también de enseñar a plantearse problemas como forma de aprender, a convertir la realidad en un problema que merece ser indagado y estudiado” (Pozo, 1994, citado por Martínez y Sifredo p.110).

Solaz y Sanjosé (2008) por su parte, mencionan que la resolución de problemas en el aula es una habilidad mediante la cual el estudiante externaliza el proceso constructivo de aprender, convierte en acciones los conceptos, las proposiciones o los ejemplos, a través, fundamentalmente, de las interacciones con el profesor y los materiales instruccionales (Costa y Moreira, 2001).

Palumbo (1990), destaca que la resolución de problemas se apoya en estructuras profundas de conocimiento y en la experiencia (Citado por Solaz Portolés,

2008). Garofalo y Lester (1985) indican que la resolución de problemas constituye una destreza de alto nivel que incluye procesos de visualización, asociación, abstracción, comprensión, manipulación, razonamiento, síntesis y generalización, que requieren ser dirigidos y coordinados (Citado por Solaz Portolés, 2008).

Pozo (1994), afirma que como contenido educativo, la solución de problemas tiene un carácter esencialmente procedimental, ya que requiere que los alumnos pongan en marcha una secuencia de pasos de acuerdo con un plan preconcebido y dirigido al logro de una meta. Pozo se apoya en Anderson (1983) para afirmar lo anterior y continúa diciendo: Lo que convierte a la solución de problemas en un contenido eminentemente procedimental es que consiste en saber hacer algo, y no sólo en decirlo o comprenderlo. Este rasgo peculiar de los procedimientos remite a la distinción de Anderson (1983) entre conocimiento declarativo y conocimiento procedimental.

La resolución de problemas desempeña un papel crucial en el currículo de ciencias (Lorenzo, 2005. Citado por Solaz Portolés, 2008). De hecho, la destreza para resolver problemas es uno de los objetivos más importantes de la educación en ciencias, y la resolución de problemas una de las estrategias más utilizadas por los profesores de ciencias, tanto durante la instrucción, como en la evaluación. Desgraciadamente, suele ser también fuente de dificultades y de desmotivación para los alumnos (Friege y Lind, 2006. Citado por Solaz Portolés, 2008).

Según Birch, el aprendizaje a partir de problemas es el mejor medio disponible para desarrollar las potencialidades generales de los alumnos (Birch, 1986). Este autor ha resumido las ventajas que se atribuyen al aprendizaje a partir de problemas.

En primer lugar, el aprendizaje basado en problemas es más adecuado que los métodos tradicionales por transmisión para las necesidades de los alumnos, ya que entre las situaciones más frecuentes que se deben afrontar en las ciencias experimentales se encuentra la búsqueda de soluciones a

situaciones problemáticas. Dado que esta estrategia docente hace explícita la aplicación de los conocimientos teóricos a situaciones problemáticas, fomenta la percepción de la utilidad de los mismos, y contribuye, por tanto, a incrementar la motivación intrínseca. Dado que el alumno debe movilizar constantemente sus conocimientos y que existe una interrelación continua entre teoría y aplicación práctica, el aprendizaje basado en problemas puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales (citado por Campanarios y otros. p.182)

1.1 ¿Ejercicios o problemas?

Hay una diferencia básica entre los términos "problema" y "ejercicio". No es lo mismo hacer un ejercicio que resolver un problema. Una cosa es aplicar un algoritmo de forma más o menos mecánica, evitando las dificultades que introduce la aplicación de reglas cada vez más complejas, y otra, resolver un problema, dar una explicación coherente a un conjunto de datos relacionados dentro del contexto. La respuesta suele ser única, pero la estrategia resolutoria está determinada por factores madurativos o de otro tipo.

La estrategia de resolución de problemas es mucho más rica que la aplicación mecánica de un algoritmo, pues implica crear un contexto donde los datos guarden una cierta coherencia. Desde este análisis se han de establecer jerarquías: ver qué datos son prioritarios, rechazar los elementos distorsionadores, escoger las operaciones que los relacionan, estimar el rango de la respuesta, etc (Cordero, 1996-2000)

1.2 Tipos de problemas

Para Frazer (1982) los problemas pueden ser reales o artificiales. El problema artificial es aquel cuya solución es conocida por la persona que lo ha presentado (el profesor o el autor del libro de texto). Este tipo de problema puede clasificarse, en función de la naturaleza de la solución, como problema “cerrado” con una solución única, y problema “abierto” con un número variable de soluciones. El problema real, es aquel para el cual no se conoce la solución incluso puede que esta no exista (citado por Oviedo, 2006 p.236)

La resolución de problemas según Frazer trabaja por lo tanto con problemas artificiales que pueden ser abiertos o cerrados. A continuación se develaran un ejemplo de problema abierto y un ejemplo de problema cerrado en el tema de genética:

* Ejemplo de problema cerrado: El color de ojos marrón es dominante sobre el color de ojos azul. Una pareja en la que ambos tienen ojos marrones ¿podrían tener un hijo de ojos azules? Existe un solo procedimiento mediante el análisis de datos (identificación del modelo de herencia)

* Ejemplo de problema abierto: ¿podría aparecer un nuevo carácter en una familia? Existen múltiples procedimientos: Identificación del problema (situación de partida, variables, partes del problema...), Predicciones e hipótesis (a partir de un marco teórico sobre la herencia), diseño experimental (selección de pruebas adecuadas y de una estrategia de resolución), transformación e interpretación de datos (organización y presentación de datos u obtención e interpretación de datos, análisis de datos (confirmar el modelo de herencia), elaboración de conclusiones (inferencias a partir de los datos o del proceso, establecer generalizaciones, juicio crítico de los resultados y el proceso de obtención).

Para que haya verdaderos problemas, que obliguen al alumno a tomar decisiones, planificar y recurrir a su bagaje de conceptos y procedimientos adquiridos, es preciso que las tareas sean abiertas, diferentes unas de otras, o sea, imprevisibles. (Pozo, 1994)

1.3 Problemas y Genética

Ibáñez (2004) cita a Stewart (1988) quien propone una clasificación que permite identificar los distintos tipos de problemas de la Genética, diferenciándolos en dos grandes grupos de problemas, causa-efecto y efecto-causa.

Los problemas causa-efecto, son problemas donde se conocen los datos y se busca una determinada solución; por lo tanto, son problemas cerrados al tener una única solución. Estos problemas se realizan en un contexto de comprobación de unos conocimientos, y se resuelven aplicando algoritmos.

Los problemas efecto-causa, son problemas donde para encontrar su solución se debe razonar desde los efectos a las causas, llegando a identificar el modelo de herencia implicado. Estos problemas son más abiertos, y se pueden considerar problemas verdaderos. Estos implican que el estudiante ponga en juego sus conocimientos, aventure hipótesis y aplique diversas estrategias de resolución.

“Estos problemas (efecto-causa) requieren que el alumno opere en un espacio problema experimental, realice inferencias de tipo causal y busque y emplee modelos con mayor poder explicativo y predictivo. Además, añaden otra complejidad al proceso, el efecto de la inclusión de fenómenos anómalos de forma que el repertorio de causas que posee el estudiante resulte insuficiente para explicar los fenómenos” (Sigüenza, 2000, p. 446)

1.4 Orientaciones para facilitar el abordaje de situaciones problemáticas abiertas

En su trabajo ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés? Martínez y Sifredo (2005) proponen ocho consideraciones que pueden servir de orientación a la hora de resolver un problema:

- Considerar cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada. Si se desea romper con planteamientos excesivamente escolares, alejados de la orientación investigativa que aquí se propone, es absolutamente necesario evitar que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora.
- Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, explicitando las condiciones que se consideran reinantes para poder avanzar en su solución, etc. Han de imaginar necesariamente la situación física, tomar decisiones para acotar dicha situación, explicitar operativamente, en términos científicos, que es lo que se trata de determinar, etc.
- Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física. Es necesario fundamentar y después someter a prueba cuidadosamente las hipótesis, dudar del resultado, buscar la coherencia global.
- Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta, evitando el puro ensayo y error. Buscar distintas vías de resolución para posibilitar la contrastación de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone. Si el corpus de conocimientos de que dispone el alumno juega, como hemos visto, un papel esencial en los procesos de resolución,

desde la representación inicial del problema y la manera de modelizar la situación, hasta en las hipótesis que se avanzan, es sin duda en la búsqueda de caminos de resolución donde su papel resulta más evidente.

- Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más, operativismos carentes de significación física. La petición de una planificación previa de las estrategias de resolución esta dirigida a evitar una actividad próxima al simple “ensayo y error”, pero no pretende imponer un proceso rígido: los alumnos (y los científicos) conciben en ocasiones las estrategias de resolución a medida que avanzan, no estando exentos de tener que volver atrás a buscar otro camino.
- Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límite considerados. El análisis de los resultados constituye un aspecto esencial en el abordaje de un verdadero problema y supone, sobre todo, su contrastación con relación a las hipótesis emitidas y al corpus de conocimientos.
- Considerar las perspectivas abiertas por la investigación realizada contemplando, por ejemplo, el interés de abordar la situación a un nivel de mayor complejidad o considerando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (posibilidad de aplicaciones técnicas). Concebir, muy en particular, nuevas situaciones a investigar, sugeridas por el estudio realizado. Es conveniente solicitar, por último, la elaboración de una memoria del tratamiento del problema, es decir, de la investigación realizada, que contribuya a dar a la comunicación y al aspecto acumulativo toda la importancia que poseen en el proceso de construcción de conocimientos.
- Realizar una recapitulación que explique el proceso de resolución y que destaque los aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación considerada. Incluir, en particular, una reflexión global sobre lo que el trabajo realizado puede haber

aportado, desde el punto de vista conceptual, metodológico y actitudinal, para incrementar la competencia de los resolventes. Es conveniente remarcar que las orientaciones precedentes no constituyen un algoritmo que pretenda guiar paso a paso la actividad de los alumnos.

1.5 La necesidad de las habilidades cognitivas en la Resolución de Problemas

Es necesario para los estudiantes tener presente a la hora de ejecutar un problema las habilidades cognitivas, porque mediante ellas se podrá resolver cualquier tipo de situaciones problémicas que se le presenten no solamente en el campo educativo, sino también en su vida diaria; porque a través de su resolución se desarrollan actitudes y percepciones, y se da la adquisición, integración, extensión y clarificación del conocimiento para poder hacer uso de él y así alcanzar unos buenos hábitos en el pensamiento.

Navarro (2000) plantea que el concepto de habilidades cognitivas proviene del campo de la Psicología cognitiva y las define como operaciones del pensamiento por medio de las cuales el sujeto puede apropiarse de los contenidos y del proceso que usó para ello, cuyo objetivo es que el estudiante integre la información adquirida básicamente a través de los sentidos, en una estructura de conocimiento que tenga sentido para él (Citado por Aguilar, 2003). Asimismo lo plantea Perea (1996. Citado por Aguilar), en donde menciona que estas habilidades comprenden: la observación, el análisis, la clasificación, la representación, la memorización, la interpretación y evaluación.

Para resolver problemas es necesario tener conocer las capacidades de análisis, de síntesis y de transferencia, en el conocimiento, el cual consta de conceptos, principios, ejemplos, detalles técnicos, generalizaciones, heurística y otras piezas de información relevante (Stevens y Palacio-Cayetano, 2003. Citado por Solaz Portolés,

2008), para que la base del conocimiento este bien estructurada y sea de fácil acceso y aplicación a los estudiantes. Por eso resulta sutil pensar que el conocimiento pueda ser obtenido o generado de otras fuentes, que no sea la propia estructura cognitiva, cuando se necesita para resolver problemas (Dawson, 1993. Citado por Solaz Portolés, 2008).

Por su parte Solaz y López en su escrito “Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza” (2008) señala que “Para resolver problemas de ciencias los estudiantes deben tener una apropiada base de conocimientos e incidir sobre los procesos cognitivos que se llevan a cabo. Algunas de las medidas que se pueden plantear para mejorar la instrucción en resolución de problemas son: comprender los conceptos implicados, desarrollar habilidades del razonamiento científico, estimular la comprensión cualitativa del problema, explicar el papel de los procesos metacognitivos durante la resolución, disminuir la demanda mental del problema, usar representaciones externas del problema, trabajar en grupo, emplear textos instruccionales adecuados y reducir la carga de la memoria de trabajo en las actividades de aprendizaje” muy acorde a lo mencionado se cree que para la resolución de problemas los procesos cognitivos tiene gran valor.

1.6 Línea de investigación para alcanzar la Resolución de Problemas

Es necesario mencionar que este trabajo se enfocará en la línea de Resolución de problemas para el aprendizaje de las ciencias, como cambio conceptual y metodológico. En donde de acuerdo con los autores Gil, Martínez y Senent (1988), en que hay que buscar un cambio que permita al profesorado llevar a construir un modelo de resolución, que evite la operatividad y la linealidad en la enseñanza, para así poder aplicar una metodología no superficial a través de el enfrentamiento a situaciones que le permitan al estudiante construir hipótesis, diseñar experimentos, realizarlos y analizar cuidadosamente los resultados, superando así la metodología del sentido común, para poder favorecer un verdadero aprendizaje y profundos cambios conceptuales que exige la construcción del conocimiento científico; además la posibilidad de implementar la actitud en los estudiantes ante los problemas que no saben hacer y una motivación intrínseca para alcanzar el aprendizaje.

1.7 El papel de los heurísticos en la Resolución de Problemas

La Heurística (“del griego “eureka”, significa: hallar, descubrir, inventar”) es relativamente joven, como instrucción científica, y recientemente es que aparece sistematizados los procedimientos heurísticos para la enseñanza en la literatura pedagógica.

Según Contreras (Citado por Arteaga, 1987), la heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la resolución de problemas, en particular, las operaciones mentales típicamente útiles en este proceso de enfrentamiento a diversos problemas. En donde el heurístico es definido por Gascón Pérez como “una directriz que constituye un modelo del método general que se pretende que el estudiante asimile, para que lo utilice en la resolución de problemas”⁴.

Por otra parte, Lothar Klingberg (1970), menciona que:

el método heurístico es considerado generalmente como el método (donde el procedimiento heurístico es una parte del 'aspecto interno' del método de enseñanza) por medio del cual la materia se desarrolla conjuntamente con el profesor y los alumnos. Puede aplicarse con buen éxito cuando sobre la base de determinadas condiciones previas los alumnos han de adquirir nuevos conocimientos (p. 4)

Un heurístico puede ser descrito como “un procedimiento que nos ofrece una probabilidad razonable de solución, o al menos, de acercarnos a una solución” (Contreras, 1987, citado por García, 1998.) Ya que el uso de heurísticos generales “promueve el mejoramiento de habilidades para resolver problemas, así, si los que desarrollen problemas ven patrones generales de pasos y conexiones entre las respuestas y la situación problema y las formulas como reglas de un algoritmo, que vienen a ser importantes para mejorar la capacidad de resolución de problemas” (Lythcott, 1990, citado por García, 1998).

En este sentido, García (1998) explica que un heurístico está conformado por un grupo de procesos problémicos, los cuales son de carácter secuencial en los que se llevan a cabo mecanismos cognoscitivos específicos, y a través de los cuales se construye progresivamente el conocimiento. Para esto, García (1998) propone una serie de pasos o procedimientos claves para el desarrollo de procesos heurísticos en la resolución de problemas, entre estos se incluyen diferentes herramientas heurísticas, con el objeto de mejorar la eficacia para cada uno de los pasos, los cuales facilitan la resolución del problema propuesto, a través de las transformaciones que sufre el problema.

Entre los heurísticos propuestos por García (1998) se incluyen heurísticos para la resolución de problemas cualitativos abiertos y cerrados. Al ser los problemas formulados para esta investigación de tipo cualitativo, se aclara que estos implican la

internalidad y la subjetividad de los estados mentales, es decir, la existencia de una causación mental. En donde, antes de iniciar la resolución de problemas, que los individuos solo resuelven con agrado los problemas que necesitan en resolver.

García (1998) propone una serie de herramientas:

Para la formación de intereses cognitivo: donde promueve la utilización de una serie de procedimientos como lo es: Presentar problemas relacionados con el medio ambiente y con su vida diaria, que los haga mayormente significativos y que generen un interés cognoscitivo en el estudiante, Presentar problemas seleccionados de la historia de la disciplina, Presentar la situación problema de varias formas y en varios contextos.

Para el reconocimiento de patrones propios de resolución: en el que se aconseja: Pedirle al estudiante que escriba los pasos que utiliza para enfrentarse a un problema, Elaborar un manual de instrucciones para sus compañeros, Formar parejas de alumnos en las cuales uno de ellos resuelve el problema expresado en voz alta y el otro registra estos procesos, Presentar al estudiante un problema y luego pedirle que lo resuelva para que luego traten de representar en forma ordenada, mediante un esquema, la ruta que contemple los pasos que siguió para resolverlo.

Para reconocer el problema: en el cual se sugiere: Preguntar a los estudiantes por aquello que se conoce y que no se conoce de la situación propuesta, Pedirle a los estudiantes que elaboren una lista de interrogantes sobre una situación que se presente y luego las clasifique en orden de importancia, Interrogar a los estudiantes sobre posibles nuevos puntos de vista y soluciones a una situación problémica, Elaborar anticipaciones acerca de lo que sucedería si se mantienen o se cambian las condiciones físicas, Cambiar las condiciones y los contextos de diversos tipos de situaciones.

Para el planteamiento cualitativo del problema: donde indica una serie de tácticas, tales como: Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, Solicitar a los estudiantes situaciones límites, Preguntar por la información explícita en el problema, así como por las ideas primarias o conceptos, Comprensión del problema, primero de forma individual y después en una discusión grupal, Si una manera de representar un problema no conduce a la inferencia de algunos caminos que puedan conducir a la solución del problema, se debe tratar de volver a enunciar o formular ese problema.

Continuando con García (1998), este señala que la formulación del problema depende la clase de solución que se aplicará. Esto implica una reelaboración o reconstrucción personal del problema para su comprensión por parte del estudiante.

Para mejorar la formulación del problema se recomiendan procedimientos heurísticos como la revisión y reformulación del problema teniendo en cuenta las posibles cambios en las variables, reconocer la variables y las relaciones existentes entre las mismas, determinar qué condiciones impone el problema, buscar en otros compañeros una opinión sobre el problema que represente una visión no influenciada por su enunciado y finalmente hacer un análisis del problema descomponiéndolo a subproblemas que permitan su resolución secuencial. (García, 1998)

Para García (1998) existen algunas herramientas heurísticas para la elaboración de hipótesis donde se propone el establecimiento de analogías, comparar las condiciones iniciales y finales del problema, establecer dependencias causales, elaborar cadenas de asociación, juicios y deducciones y finalmente la formulación de varias formas de solucionar el problema para seleccionar la más pertinente.

En la misma línea García (1998) sugiere el diseño de estrategias de resolución las cuales garantizan la “solución” adecuada del problema. Para esto es necesario enseñar como diseñarlas, de lo contrario los procesos de resolución se verán reducidos al simple ensayo – error, debido a que la mayoría de los individuos no han tenido la

oportunidad de enfrentarse a un problema; es decir, no conocen métodos para solucionarlos.

Entre las herramientas heurísticas para el diseño de estrategias de resolución se encuentra la interrogación gnoseológica que consiste en la formulación e interrogantes en cuanto al estado inicial del problema como: ¿Qué información se tiene del problema? ¿Cuáles son sus condiciones? ¿Qué se puede utilizar? Entre otras. (García. 1998)

Por otra parte, el planteamiento ejecutivo a partir de sistemas cualitativos consiste en la elaboración de un plan de decisiones principales. Adicionalmente se tienen herramientas como la generación acrítica de ideas que consiste en la generación de ideas sin ser sometidas inicialmente a la crítica racional para luego seleccionar las más adecuadas; la búsqueda de patrones análogos, esto implica una gran capacidad para la elaboración de semejanzas y de razonamiento analógico. (García. 1998)

La herramienta caminando hacia atrás permite razonar de forma inversa, es decir, se parte del estado final del problema hacia el estado inicial, esta herramienta suele ser empleada por estudiantes que para dar solución a un problema deben conocer la respuesta del mismo. No obstante, es necesario aclarar que el empleo de una sola herramienta no garantiza la solución del problema, por lo tanto es importante aprender a usar diferentes herramientas heurísticas que ayuden al individuo a enfrentarse a diversos problemas. (García. 1998)

García (1998) enuncia que resolver un problema implica mucho más que cálculos numéricos, es necesario además cumplir con los pasos del plan de acción, enfrentar las dificultades de la resolución y revisar y adaptar continuamente el plan para que la solución sea implementada correctamente.

2. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

2.1 La objetividad de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo”

(Benjamín Franklin)

Se pretende en esta parte del trabajo caracterizar los aspectos más significativos de los estudios CTS, tratando de mencionar los aportes, las metas y las grandes direcciones que ésta ha presentado a través de los años como objeto de discusión en los contextos históricos y culturales. Además la perspectiva que presenta las CTS como nueva consideración de las relaciones entre los tres conceptos permitiendo una visión más ajustada y crítica de las mismas dentro de la educación.

Como lo expresan Solbes y Vilches (1995), la desconexión de la ciencia con la vida cotidiana es una de las causas de desinterés de los estudiantes hacia la ciencia, tanto en la práctica como en el aula, en donde no se tienen en cuenta los aspectos de interacción entre ciencia, tecnología y sociedad, los cuales desde el punto de vista didáctico, es potencializar el desarrollo de una serie de enfoques innovadores que pueden suscitar mas reiterativamente dentro del contexto de otras disciplinas (Prieto, 1997).

Es por eso, que en los campos de estudio académicos e investigativos, están buscando mediante la CTS representar una innovación en la enseñanza de las ciencias, cuyo objetivo sería la comprensión de la ciencia y la tecnología en un contexto social que muestre sus conexiones con diversos ámbitos: económico, histórico, sociológico, filosófico, ambiental y cultural (Acevedo, 1996; González-García, López-Cerezo y Luján, 1996; Vázquez, 1999).

En este sentido, los planteamientos sobre las CTS, abogan por la participación pública en las decisiones sobre el control del desarrollo tecnológico, pero también en la propia evaluación del mismo. Por ello, la necesidad de formación en temas relacionados con la ciencia, la tecnología y sus implicaciones sociales resulta crucial para la participación democrática en las decisiones sobre el desarrollo tecno-científico.

La educación en la perspectiva CTS dentro del sistema educativo no es sólo un medio para el conocimiento de temas actuales y de interés, sino una condición para hacer viable la participación democrática de los ciudadanos en ámbitos cada vez más amplios de la toma de decisiones. Por eso la educación, y muy especialmente la educación orientada desde una perspectiva CTS, puede conservar en este punto el potencial emancipador que le asignaba la otra ilustración, sin olvidar el estímulo de vocaciones científicas que supone hallar la ciencia como algo próximo a las inquietudes e intereses humanos.

Además, ha dado origen a numerosos proyectos de enseñanza que pretenden vincular de una manera significativa, los contenidos científicos con las tecnologías asociadas y sus implicaciones sociales, todo ello con el fin de presentar una visión de la ciencia más acorde con la concepción actualizada de la misma. (Solomon, 1994; Membiela, 1995; Acevedo, 1996). En donde constituyen una importante área de trabajo no sólo en la investigación académica sino en la política pública; tratando de entender los aspectos sociales del fenómeno científico y tecnológico, en lo que respecta a sus relaciones sociales y ambientales.

A finales de la década de los 60 es que realmente se define con claridad el surgimiento del Movimiento Internacional de Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, el cual emerge en el contexto histórico de las llamadas reacciones académica, administrativa y social en oposición a la imagen o concepción heredada de la ciencia y la tecnología; En donde ésta es entendida como el conjunto de ideas y prejuicios durante siglos por diferentes entidades, disciplinas científicas y pensadores

que han ido conformando espontáneamente una visión fragmentada, limitada y contradictoria sobre la actividad científico-tecnológica. (Martínez Álvarez, 2000).

Mientras López Cerezo argumenta, que los estudios CTS constituyen una diversidad de programas de colaboración multidisciplinar que enfatizando la dimensión social de la ciencia y la tecnología, compartiendo: **(a)** El rechazo de la imagen de la ciencia como una actividad pura; **(b)** La crítica de la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y neutral; y **(c)** La condena de la tecnocracia.

En este sentido, cabe mencionar que los estudios y programas cts se han elaborado desde sus inicios en tres grandes direcciones que son:

- En el campo de la investigación, para promover una visión socialmente contextualizada de la ciencia y la tecnología.
- En el campo de las políticas públicas.
- En el campo de la educación, para contribuir con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y la tecnología con el propósito de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente.

En donde a partir de la CTS se busca proponer una educación científica renovada, integradora y contextualizada tanto de forma individual como socialmente. Es por eso que a partir de esos retos educativos nació el tema de alfabetización científica y tecnológica para todos, pretendiendo mejorar la educación para satisfacer la necesidad social de comprensión de la ciencia y tecnología, es decir, sobre el conocimiento de saber qué son y cómo funcionan en el mundo actual, siendo esto el componente más innovador de la alfabetización para todos.

2.2 La Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en Colombia

A partir de 1990, Colombia dicta algunas normas que permitirá el desarrollo de la investigación y fortalecimiento de la relación estrecha e ineludible entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS); Algunas de estas normas son:

La Constitución Política de Colombia de 1991, la cual empieza por adoptar nuevos horizontes y mayor apertura económica. “Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y, en general, a la cultura. El estado creara incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología...” según el art. 71. Y es a partir de éste artículo, que se establece el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) del cual hacen parte los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología provenientes de instituciones públicas, privadas o de una persona que los desarrolle (artículo 6º del decreto 585 de 2001).

2.3 La interacción de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación

Este aparte se enfocara principalmente en las implicaciones que presentan las CTS en la enseñanza y las metodologías de éstas en el aula para lograr en los estudiantes un proceso de aprendizaje más crítico, reflexivo y trascendente.

La comunidad educativa se ha empezado a organizar alrededor de los temas relacionados con CTS y el currículo, donde han venido reflexionando sobre la relación currículo y CTS, con la necesidad de “alfabetizar en ciencia y tecnología a todas las personas” buscando “la incorporación a los currículos escolares de la dimensión cultural de la ciencia, sus aplicaciones técnicas y las relaciones con la tecnológicas, así como el estudiar la ciencia en su contexto social, político y economía, de manera más próxima a la experiencia cotidiana y al mundo real de los estudiantes” (Acevedo y Acevedo (2002), para lograr que los estudiantes se formen como ciudadanos críticos,

reflexivos y democráticos dentro de la sociedad y así tomar decisiones responsables y convenientes para todos.

Por eso en cuanto a lo educativo, no se puede seguir pensando que la educación es un determinado número de áreas incluidas dentro de un currículo, que actúan como islas que llegan hasta los estudiantes sin ninguna relación entre ellas; sino que por el contrario, se hace necesario que la ciencia y la tecnología estén dentro de la formación del ser humano, donde él pueda identificar las implicaciones que estos avances traen para la realidad de su entorno y así desarrollar en los estudiantes la capacidad para criticar, reflexionar y analizar situaciones.

En el documento “La educación encierra un tesoro” de Jacques Delors (1997), menciona que la educación es la única herramienta que tiene América Latina para afrontar los graves problemas sociales, económicos de sus países, por tal razón aconseja cuatro pilares donde hace una integración de la ciencia y la tecnología con los diferentes aspectos del ser humano y que debe ser un proceso para toda la vida, son:

- a. Aprender a conocer todo lo que me rodea, descubrir cómo puedo actuar en el mundo y como a la vez puedo desarrollar mi dignidad.
- b. Aprender a hacer y trabajar en grupo, tomar decisiones, relacionarse, crear asociaciones, etc.
- c. Aprender a convivir y a trabajar en proyectos comunes, para aprender a conocerse uno mismo y luego al otro.
- d. Aprender a ser humanista, autónomo y responsable de su conocimiento con miras a una sociedad científica y tecnológica pero también a una sociedad unida y cooperativa.

Estos pilares son importantes porque permite observar los esfuerzo que hace la sociedad colombiana por traer de manera implícita la relación ciencia, tecnología y sociedad a nuestras aulas de clase.

Por otra parte, desde la práctica de la educación científica y tecnológica se reclaman nuevos modelos de enseñanza en los que la selección de los contenidos tenga más en cuenta la relevancia social de los temas y en los que las estrategias metodológicas estén orientadas hacia el estímulo de vocaciones en ciencia y tecnología, además del desarrollo de las capacidades para la participación pública, en donde se busca reivindicar la importancia de los aspectos axiológicos al lado de los conceptuales en la organización de los currículos educativos.

Sin embargo, el desarrollo de los enfoques CTS en los sistemas educativos iberoamericanos encuentra también importantes dificultades. Cabe identificar tres ámbitos de acción para enfrentar esas adversidades y promover la incorporación de los enfoques CTS en educación. En primer lugar, la conveniencia de propiciar cambios normativos para la creación o activación de espacios curriculares en los que desarrollar este tipo de educación. En segundo lugar, la insuficiencia de investigación básica y de estudios de casos propios del ámbito iberoamericano. En tercer lugar, la necesidad de una adecuada formación de los docentes que, además de sensibilizarlos hacia este nuevo enfoque, les capacite didácticamente y ponga a su disposición materiales curriculares con los que lleven a las aulas los cambios en las estrategias de enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos y tecnológicos. Todo esto con el fin, de brindar al estudiante una imagen de Ciencia contextualizada y realista (Acevedo et al., 2002; Solbes y Vilches, 1989).

Por su parte Acevedo (1996), nos presenta unas estrategias de enseñanza y aprendizaje que se deberían utilizar en la enseñanza CTS, las cuales son:

- a. Resolución de problemas abiertos incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones.

- b. Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos.
- c. Realización de trabajos prácticos de campo.
- d. Juegos de simulación y de "roles"
- e. Participación en foros y debates.
- f. Presencia de especialistas en el aula, que pueden ser padres y madres de la comunidad educativa.
- g. Visitas a fábricas y empresas, exposiciones y museos científico-técnicos, complejos de interés científico y tecnológico, parques tecnológicos, etc.
- h. Breves períodos de formación en empresas y centros de trabajo.
- i. Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

Es por todo esto, que es importante hacer hincapié en una formación de actitudes, en un desarrollo de habilidades que capaciten al individuo en el ejercicio de un papel activo en la sociedad. Esos conocimientos y actitudes que serían fomentados a través de la alfabetización, las cuales tendrán como fin fundamental mostrar explícitamente, en todo momento y en todos los contenidos, las relaciones mutuas entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.

En el aula, las relaciones CTS pueden trabajarse de diferentes formas. Sánchez y Valcárcel (1993) proponen etapas en las que se pueden estructurar los contenidos. Iniciar identificando conceptos, luego interpretarlos y finalmente aplicarlos en la resolución de problemas. Otra forma de encarar la unidad es plantear un problema en su contexto social para desarrollar a continuación los conceptos científicos necesarios para su comprensión e interpretación. Una tercera posibilidad sería disponer de unos contenidos propios que posibilitaran al alumnado comprender el funcionamiento interno de la Ciencia y su relación con el contexto social en el que se desarrolla (Cárpena y Lopesino, 2001).

Solbes y otros, citado por Vilches y Furió (1999) han señalado a partir de investigaciones llevadas a cabo con profesores y estudiantes, que una de las posibles causas del desinterés hacia las ciencias y su estudio y de las actitudes negativas de los

estudiantes es la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que les rodea, su falta de aplicaciones prácticas, es decir, la ausencia de las interacciones CTS. Es por esto, que cada vez más las interacciones CTS se plantean como una relación necesaria entre el aprendizaje de las ciencias y el entorno de quien aprende, para poder profundizar en el conocimiento científico y contribuir no sólo a mejorar la actitud y a aumentar el interés hacia la ciencia y el aprendizaje, sino también permitir aprender y saber más sobre la ciencia al mostrar una imagen más completa y contextualizada de la misma.

En cuanto a los contenidos, éstos son adoptados por el movimiento educativo CTS como respuesta innovadora y como indicador de calidad de la enseñanza de las ciencias (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003). Pero para esto Acevedo (1996) resume y reelabora un conjunto de funciones básicas que caracterizan el papel del docente en el marco de la enseñanza de las CTS para que se logre una excelente educación en los estudiantes.

- a. Dedicar tiempo suficiente a planificar los procesos de enseñanza y aprendizaje para la programación de la clase.
- b. Ser flexibles con el curriculum y la propia programación.
- c. Proporcionar un "clima" afectivamente acogedor e intelectualmente estimulante, para promover la interacción y la comunicación comprensiva en el aula.
- d. Tener altas expectativas sobre sí mismos y sus estudiantes.
- e. Indagar activamente, mostrándose deseosos de aprender nuevas ideas, habilidades y acciones.
- f. Provocar que surjan preguntas y temas de interés en el aula.
- g. Potenciar la aplicación de los conocimientos al mundo real.
- h. Hacer que los estudiantes vean la utilidad de la ciencia y la tecnología y les de confianza en su propia capacidad para utilizarlas con éxito.
- i. No contemplar las paredes del aula como una frontera.

2.4 Repercusiones de la incorporación en el currículum de las CTS

Las CTS se han venido incorporando al currículum de ciencias en números países, como a distintos textos y materiales utilizados a lo largo de los últimos años en el aula.

Todos estos avances han sido, pues, en gran parte impulsados por las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias, que han venido insistiendo, desde diferentes campos, en la necesidad de adoptar un enfoque social en la enseñanza de las ciencias y relacionarla con el propio estudiante (Hodson, 1993), contribuyendo así a mejorar el aprendizaje y a aumentar el interés de los estudiantes hacia las ciencias, a la vez que a mostrar una imagen más completa y contextualizada del conocimiento científico, al modificar la visión tradicional de las disciplinas científicas como actividades aisladas del contexto social, político, económico, histórico, ético, etc. (Solbes y Vilches, 1997).

En cuanto a la inclusión de las CTS en los libros de texto, los autores Solbes y Vilches, (1998), mencionan las conexiones significativas que se han venido trabajando en las unidades didácticas con problemas y temas de la vida cotidiana. Esto tiene lugar en la mayoría de los textos y en los diferentes niveles educativos, es decir, se observa un mayor contacto de los materiales con la vida cotidiana del estudiante y su entorno. Sin embargo, otros aspectos de CTS siguen en una escasa presencia (Hodson, 1992) como los relativos a la toma de decisiones, o ligeramente mejor, como es el caso de las valoraciones críticas.

En general, los aspectos relativos a las relaciones de la ciencia con el medio y a las relaciones ciencia y tecnología, pretenderán buscar contribuir a evidenciar una imagen de la ciencia más completa y contextualizada para los estudiantes.

3. LA ARGUMENTACIÓN

3.1 La argumentación en las ciencias

En el aprendizaje de las ciencias no es suficiente el conocimiento del significado individual de las palabras, dado que éste no es único, ni universal. Se requiere que los estudiantes aprendan a usar adecuadamente tanto las palabras como los conceptos según diferentes contextos, problemas o situaciones y que aprendan a relacionar los diferentes conceptos en el interior de un campo del saber determinado. Saber utilizar las palabras y los conceptos en contextos diferentes forma parte de saber hablar en ciencias.

(Tamayo, 2001. Citado en Sanmartí y Tamayo, 2005)

S. Toulmin, en sus escritos *El Razonamiento y sus Usos*, y *Razonamiento y Realidad*, hace alusión a la importancia que adquiere el lenguaje cuando se trata de los modos de razonar, de argumentar, describir y explicar, dichas reflexiones, se orientan hacia la importancia que adquiere el lenguaje en las cases de ciencias.

En este sentido, Toulmin rescata la relevancia que tiene el discurso y un buen manejo del lenguaje para explicar, razonar y dar argumentos en cualquier ámbito, especialmente en el de las ciencias y es de esto precisamente de lo que se tratan las mismas, de la formulación de teorías de un alto poder explicativo y bien argumentadas.

Pero ¿Cómo saber que una teoría o una idea están 'bien argumentadas'? A continuación, se presentan algunas de las definiciones de argumentación contempladas en diversas investigaciones sobre las adecuaciones del currículo en el área de las ciencias y sobre la importancia de los procesos de argumentación en las mismas. (García de Cajén, Domínguez Castiñeiras y García Rodeja, 2002; Jiménez y

Díaz, 2003; y Campaner y De Longhi, 2005; Revel, Coulo, Erduran, Furman, Iglesia y Adúriz-Bravo, 2005)

En 1995, Cuenca define la argumentación como una forma de interacción comunicativa en la que se da una confrontación de saberes y opiniones; mientras que en ese mismo año, Camp y Dolz llevan la significación de la argumentación a las situaciones cotidianas de los individuos en las cuales es necesario, defender una idea, rebatir argumentos y resolver conflictos de intereses (citados por Campaner y De Longhi, 2005)

De igual forma, la argumentación ha adquirido diversos significados durante la última década. Driver y Newton (2000, citados por García y otros, 2002) por ejemplo, “definen la *argumentación* como el proceso por el que se da una razón a favor o en contra de una proposición o línea de acción” (p. 219).

Por otra parte, la argumentación también puede ser entendida como un razonamiento compartido (Vergnaud, 1994 y Pontecorvo y Girardet, 1993, citados por García y otros, 2002), en el que se cuenta con la participación de varios miembros de un grupo. En este mismo sentido, Driver y Newton (2000 citados por García y otros, 2002) proponen la *argumentación dialógica o de voz múltiple*, en la que un grupo busca llegar a un acuerdo sobre qué afirmaciones son consideradas como validas dentro de *las líneas de acción que se toman en consideración*. Un ejemplo de esto, son los debates generados a partir de una situación problémica controversial, o que dé origen a discusiones por parte de los miembros de un grupo (en este caso, un grupo de estudiantes).

Adicionalmente, Driver y otros (2000, citados por Jiménez y Díaz, 2003) ven la argumentación como el resultado de una práctica humana, que puede ser de carácter individual o social y que no cumple necesariamente con las reglas abstractas de la lógica (Jiménez y Díaz, 2003). Desde esta postura, se formulan dos tipos de argumentos, los retóricos y los racionales (Driver y otros, 2000, Citado en Jiménez y

Díaz, 2003), respondiendo cada uno respectivamente a la exposición de razones y a la búsqueda de soluciones frente a una problemática determinada.

Así pues, se puede decir, que la argumentación se encuentra relacionada con las formas de razonamiento, que según Giere (1994, citado por García y otros, 2002) considera que el *razonamiento en ciencias* se relaciona con los procesos de toma de decisiones que se practican cuando hay que elegir entre distintas hipótesis. Esta idea, se puede ver apoyada por la posición de Hintikka,

quien establece una diferencia entre, por un lado, la concepción tradicional de la lógica formal y, por otro, la lógica y la argumentación en el discurso natural, pues, siguiendo a este autor, para los teóricos del razonamiento humano, “las verdades de la lógica formal son meras tautologías o verdades analíticas sin contenido substancial y, por tanto, incapaces de apoyar ninguna inferencia que conduzca a descubrimientos nuevos o al menos sorprendentes” (Hintikka, 1999, p. 25, citado por Jiménez y Díaz, 2003).

Por otra parte, Kuhn (1992) y Jiménez y Díaz (2003) plantean que la capacidad de ‘pensar bien’ es el resultado de la emisión de juicios razonados en donde se evalúan y modifican constantemente las conclusiones debido a la aparición de nueva información que da origen a nuevos argumentos que en palabras de Jiménez y Díaz (2003), “no se deben a un mero cambio de opinión”.

Debido a que esta investigación busca en la resolución de problemas mejorar el aprendizaje y la comprensión de las ciencias a través de la mejora de la competencia argumentativa, se adoptan las definiciones de argumentación que dan Jiménez (2010) y Sanmartí (2003).

En este sentido, Jiménez (2010) afirma que “la argumentación es una herramienta de la que disponemos para evaluar el conocimiento”, definida por Jiménez y Díaz (2003) como “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes” (p. 361).

Por otra parte y en relación con la idea anterior, Sanmartí (2003) define la argumentación como

una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten. Para argumentar hace falta elegir entre diferentes opciones o explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluar como más adecuada la opción elegida (p. 123; citado por Revel y otros, 2005).

Con base a esto, se tiene en cuenta que las ciencias se han caracterizado siempre por manejar un discurso complejo que muy pocas veces llega a difundirse entre los miembros de la sociedad. Entendiendo el *discurso* en el sentido que lo define Lemke (1990), “como el ‘lenguaje-en-uso’ en una comunidad determinada” (p. 212); que más que hablar de ciencias, implica hacer ciencias por medio del lenguaje y la aplicación de otras habilidades cognitivas como la observación, la comparación, la elaboración de hipótesis y la evaluación y comunicación de resultados entre otros (Lemke, 1990, citado por Jiménez, 1998)

En la actualidad, la alfabetización científica cobra relevancia debido a la importancia que adquiere el establecimiento de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. En este sentido, Laugksch, 2000 y Oecd, 2007 (citados por Larrain, 2009) dicen que la alfabetización científica resulta ser un proceso central en el desarrollo de las sociedades, para esto, es necesario que los miembros de la misma, posean unas habilidades argumentativas básicas, como la formulación de argumentos, contraargumentos, la capacidad para justificar sus puntos de vista y de desarrollar hipótesis entre otras.

Así pues, Larrain (2009) afirma que la argumentación es un componente esencial de la comunicación humana, no obstante, esta no debe ser entendida simplemente como una forma del discurso (Toulmin, 1958; Van Eemeren, Grootendorst y Snoeck, 1996; Perelman & Olbrecht-Tyteca, 1969, citados por Larrain, 2009), sino como un conjunto de habilidades comunicativas que permiten elaborar y defender diversos

puntos de vista, promoviendo el desarrollo cognitivo (Kuhn, 1992, 1999; Rogoff, 1993, citados por Larrain, 2009).

Se considera pues, que el razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias, ya que como se mencionó en un principio, constituye una de las bases principales de las mismas. En este sentido resulta determinante la formulación y aplicación de los contenidos y la creación de “ambientes de aprendizaje que demanden al alumnado, la resolución de problemas *auténticos*” (Jiménez, 1998, citado por García y otros, 2002).

3.2 La argumentación: ¿Competencia o habilidad?

Los conceptos de habilidad y competencia suelen emplearse como sinónimos en diferentes contextos. En este sentido, surge la necesidad de definir los criterios bajos los cuales se trabajará la argumentación en este trabajo.

Tobón (2005), aporta la diferencia existente entre estos dos conceptos, definiendo la “*habilidad como un proceso mediante el cual se realizan tareas con eficacia y eficiencia, mientras que la competencia, es definida como un proceso que se pone en acción buscando la eficiencia y la eficacia, pero además, integra la comprensión de la situación, la conciencia crítica, el espíritu de reto, la responsabilidad por las acciones y el desempeño basado en indicadores de calidad*” (p. 55). Adicionalmente, Vasco define la competencia, como un conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socio afectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores (p. 4-5, citado en la Web Colombia Aprende).

En este sentido, es posible afirmar entonces que el concepto de competencia no sólo hace referencia al saber hacer, sino que también involucra el ser y el saber.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el ICFES proponen las competencias básicas cognitivas de procesamiento de la información definidas por Tobón (2005). Entre estas competencias se destacan la competencia interpretativa, la competencia argumentativa y la competencia propositiva. De las competencias mencionadas, es de nuestro interés la competencia argumentativa, definida por el autor como un conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes dirigidas a la explicación de determinados procesos, proposiciones, tesis, planteamientos, procedimientos, teorías, sucesos, anécdotas, mitos, fenómenos naturales y sociales (Tobon, 2005).

Adicionalmente, el ICFES define la competencia argumentativa como la capacidad de dar razones coherentes, justificaciones y motivos que den sentido a la resolución de una situación problémica; y hacerlas explícitas ya sea a través del empleo de ejemplos, de situaciones o investigaciones que han generado una experiencia, de relaciones de causalidad o de procesos deductivos e inductivos.

Para finalizar, esta definición de competencia, se ajusta a las definiciones adoptadas sobre argumentación y la relación de la misma con la resolución de problemas que se presenta a continuación.

3.3 Argumentación y Resolución de Problemas

La perspectiva que contempla el aprendizaje de las ciencias como argumentación pretende superar una forma de entender este aprendizaje sesgada hacia la exploración (Kuhn 1993); en ella el aprendizaje de las ciencias tiene como objetivos, no sólo aprender contenidos científicos, sino equipar a las y los estudiantes con la capacidad de razonar acerca de cuestiones y problemas científicos.

Jiménez (1998)

La propuesta toulminiana para la educación en ciencias, enfatiza que la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con las cuales los estudiantes aprenden a juzgar aun los conceptos expuestos por sus profesores (Toulmin, 1979, citado por Henao & Stipcich, 2008). No es adoptar el lenguaje¹ científico de cada ciencia; sino más bien construir y hacer ciencia desde la propia realidad del estudiante, desde sus propios modelos. En este sentido, el aprendizaje de las ciencias no sólo se debe limitar al simple aprendizaje de conceptos, se trata de reconocer como lo plantea Toulmin la relevancia y la validez de una explicación; que en palabras de Tamayo y Sanmartí (2005), implica que el estudiante debe aprender, además del contenido específico, la retórica de la comunicación científica en el aula; debe aprender a comunicar sus ideas, a dar más énfasis a lo que considere más importante, a usar las analogías, las metáforas y los símiles dentro de sus explicaciones; debe aprender a realizar las críticas y a defender sus argumentos y sus explicaciones.

¹ Toulmin (1964) hace un llamado a reconocer que las ciencias tienen sus propios lenguajes y “recursos literarios” para representar sus teorías explicativas; de tal manera que, un científico aprende a hablar y a pensar en términos de los modelos teóricos y puede hacer alusión a, expresiones y modelos que por vividos que parezcan, para el profano, no resultan familiares ni inteligibles de inmediato y, por el contrario, se pueden convertir en auto contradicciones que llevan a la incomprensión, si no son debidamente relacionados con los fenómenos a los cuales sirven como explicación. (Citado por Henao. & Stipcich, 2008).

Los trabajos desarrollados por María Pilar Jiménez-Aleixandre y sus colegas; Gregory Kelly, Richard Duschl y Berta Lucila Henao en el campo de la argumentación, el lenguaje y el discurso en el aula de ciencias, dan respaldo a esta teoría. En este sentido, el razonamiento argumentativo es relevante para el aprendizaje de las ciencias, ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000. Citados por García y otros, 2002), por lo que la enseñanza de las ciencias debería dar la oportunidad de desarrollar, entre otras, la capacidad de razonar y argumentar (Jiménez, 1998; Sardá y Sanmartí, 2000). Entendiendo la argumentación como la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes (Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003).

Se considera que a través de la resolución de problemas y del enfoque CTS es posible potenciar en los estudiantes habilidades argumentativas a partir de la formulación de preguntas orientadas a la reflexión y al análisis por parte de los estudiantes, además de favorecer el discurso al hacer uso de un lenguaje adecuado en la clase y por fuera de ella permitiendo establecer relaciones entre las formas mirar, razonar, comunicar y organizar el conocimiento. En este sentido, Jiménez-Aleixandré y otros (1998 y 2003) hace especial énfasis en la función de la argumentación y la racionalidad como ejes centrales que permiten el desarrollo de un lenguaje científico en el estudiante. Entendida la racionabilidad como “la posibilidad de ser razonables, más allá de los cánones de la lógica formal” (Toulmin, 2003; citado por Kelly y Green, 1998 en Henao y Stipcich, 2008), adicionalmente, afirma que la formulación de problemas auténticos entendidos como aquellos que implican una situación (real o simulada) con la complejidad de la realidad y contextualizada en la vida cotidiana (Jiménez, 1998), como una actividad de indagación permite que los estudiantes realicen actividades como observar, consultar, revisar, recoger, analizar e interpretar datos, además de brindarle la oportunidad al mismo de proponer explicaciones y realizar predicciones que le permite ampliar su conocimiento.

En este sentido, se afirma que la formulación de situaciones problémicas promueve la indagación en los estudiantes, entendida como las actividades o procesos que implican a los estudiantes en la realización de observaciones, la formulación de preguntas, la planificación de investigaciones, el examen de libros y otras fuentes, la revisión de la evidencia experimental, la recolección, análisis e interpretación de datos, incluyendo la formulación de preguntas, presentación de explicaciones, sugerir predicciones y finalmente, la comunicación de resultados. (Definición de los National Standards, citado por Jiménez, 1998)

Así mismo, Jiménez (1998) agrega que a través de la indagación será posible entonces que un estudiante logre desarrollar un pensamiento crítico al incrementar su capacidad para “emitir opiniones informadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas” (p.207). Este proceso se ve apoyado por el docente que en lugar de asignar una valoración buena o mala a los procedimientos propuestos por los estudiantes, solicita aclaraciones y respuestas argumentadas, promoviendo “la distinción entre lo que son meras opiniones y lo que son conclusiones a partir de datos, pruebas (o a partir de textos con autoridad científica, de datos de fuentes secundarias)” (Jiménez 1998)

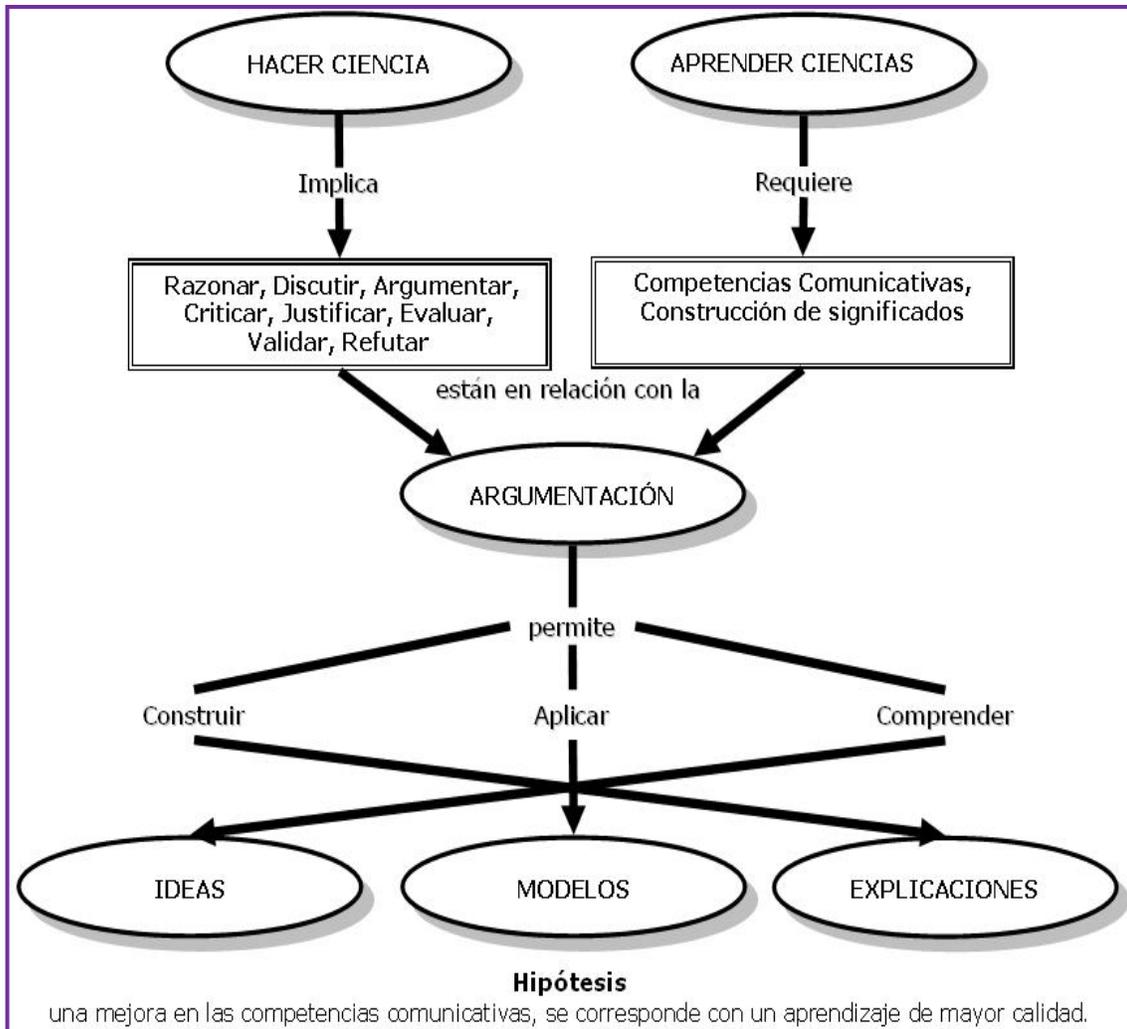
De esta forma el aprendizaje por argumentación, proporciona al estudiante una situación problema propuesta por el docente; una situación problema no planteada desde unos objetivos o metas a cumplir sino más bien desde las necesidades y la realidad del estudiante; de tal forma que se abran espacios para el dialogo que posibilite reconocer en el estudiante sus capacidades para discutir, razonar, argumentar, criticar, interpretar, emitir juicios, generar y justificar enunciados. Buscar soluciones, plantear hipótesis y desarrollar modelos que se aproximen al contenido científico que se busca enseñar, pero que al mismo tiempo ratifique en el estudiante un aprendizaje que le será útil para su vida.

Por otra parte, la argumentación adquiere gran relevancia en las clases de ciencias debido a que como lo mencionan Henao y Stipcich (2008) permite involucrar a

los y a las estudiantes en estrategias heurísticas para aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, como externalización del razonamiento, permiten la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos. De acuerdo con estos razonamientos, es posible afirmar que la estrategia de resolución de problemas guarda una estrecha relación con la argumentación en las clases de ciencias, y por ende con el aprendizaje del estudiante, ya que se piensa que el estudiante aprende en la medida que logra ser consciente de que el significado de lo que dice depende tanto de las palabras o conceptos utilizados como del contexto en el cual se usen y de la forma como se expresen. Pero no sólo esto, las preguntas que los estudiantes hacen en clase también pueden indicar un aprendizaje y una evolución en el uso del lenguaje científico, ya que cuando un estudiante formula una pregunta reflexiona, trata de asegurarse de lo que él sabe, está pidiendo una explicación y al hacerlo, permite evidenciar la comprensión de conceptos o la confusión de los mismos, identifica elementos claves, cuestionan causas o efectos de las situaciones que se plantean define, clasifica y establece relaciones entre los conceptos trabajados y su cotidianidad. Lo cual se corresponde con lo que se busca lograr en el aprendizaje a través de la resolución de problemas.

Para finalizar Henao y Stipcich (2008) presentan un esquema en el cual se puede apreciar la influencia de la argumentación en la construcción del conocimiento y en el cual afirman que “una mejora en las competencias comunicativas, se corresponde con un aprendizaje de mayor calidad”. En este esquema se representa la forma como los procesos de hacer, enseñar y aprender ciencias, se relacionan con la argumentación, ya que ésta permite construir, aplicar y comprender ideas, modelos y explicaciones relacionadas con el conocimiento científico. Teniendo en cuenta que la ejecución de estos procesos implica llevar a cabo tareas como razonar, argumentar, justificar, validar y refutar entre otros, además de que se requiere de competencias comunicativas y la construcción de significados.

Figura 1.
La argumentación como competencia básica en la construcción de conocimientos
(Henao & Stipcich, 2008).



3.4 Modelo Argumental de Toulmin (MAT)

Nuestro pensamiento y nuestras ideas, muchas veces no se basan en simples opiniones sino que se ven soportadas por argumentos. Toulmin, en su ensayo sobre *Experiencia y Explicación* explica que a partir de un argumento o una premisa, es posible hacer inferencias, hacer predicciones u obtener conclusiones.

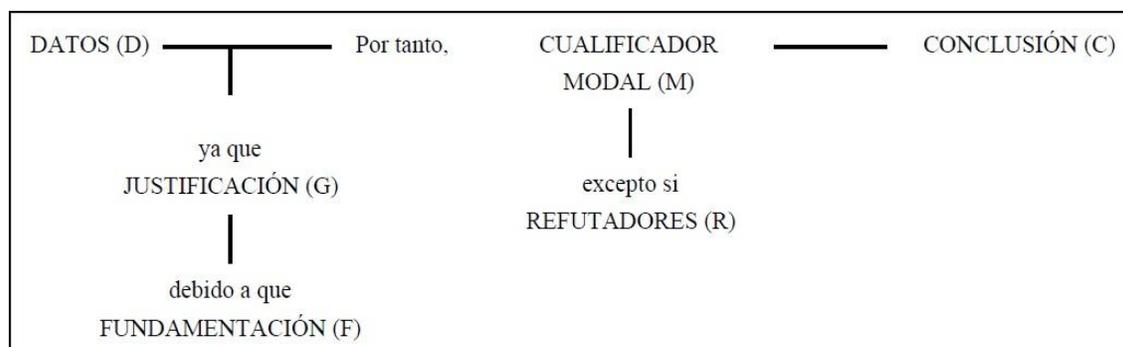
En el apartado anterior se mencionan las diferentes connotaciones que ha tenido el concepto de argumentación durante la última década. No obstante, vale la pena preguntarnos ¿cómo saber que un argumento es válido?

Toulmin (1958, citado por Sardá y Sanmartí, 2000), diseñó un esquema de razonamiento, a través del cual es posible analizar un argumento aclarando cada una de las partes que lo componen.

Según este modelo, en un argumento, a partir de unos *datos* obtenidos o de unos *fenómenos* observados, *justificados* de forma relevante en función de razones *fundamentadas* en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o *conclusión*. Esta afirmación puede tener el apoyo de los *calificadores modales* y de los *refutadores* o excepciones.

Figura 2.

Esquema del texto argumentativo, según Toulmin (1993)



Las partes que constituyen el modelo argumental de Toulmin (1993, citado por Sardá y Sanmartí) son 6:

D = *Datos*: Los datos son los hechos o la información que constituyen el enunciado. Jiménez (1998), amplía esta definición al ámbito escolar adicionado, dos tipos de datos, los datos suministrados y los datos obtenidos, pudiendo ser, empíricos e hipotéticos.

C = *Conclusión*: La conclusión es la tesis o la teoría final que se establece a partir de los diferentes argumentos.

G = *Justificación*: La justificación, son las razones (reglas, principios) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión. Estas deben ser específicas para la argumentación (Jiménez, 1998)

F = *Fundamentos*: Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación. Esta es la 'garantía' o el respaldo que permite conectar los datos con la conclusión.

Q = *Calificadores modales*: Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

R = *Refutadores*: También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas o en las que no siempre son validas.

De acuerdo con esto, vale la pena aclarar que la justificación y la argumentación, no son equivalentes, es decir, la justificación se constituye en ese puente que permite la conexión de los datos con la conclusión; mientras que el argumento, es todo el conjunto, en palabras de Sardá y Sanmartí (2000), "en una argumentación, a partir de unos datos obtenidos o de unos fenómenos observados, justificados de forma relevante

en función de razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o conclusión” (p. 408).

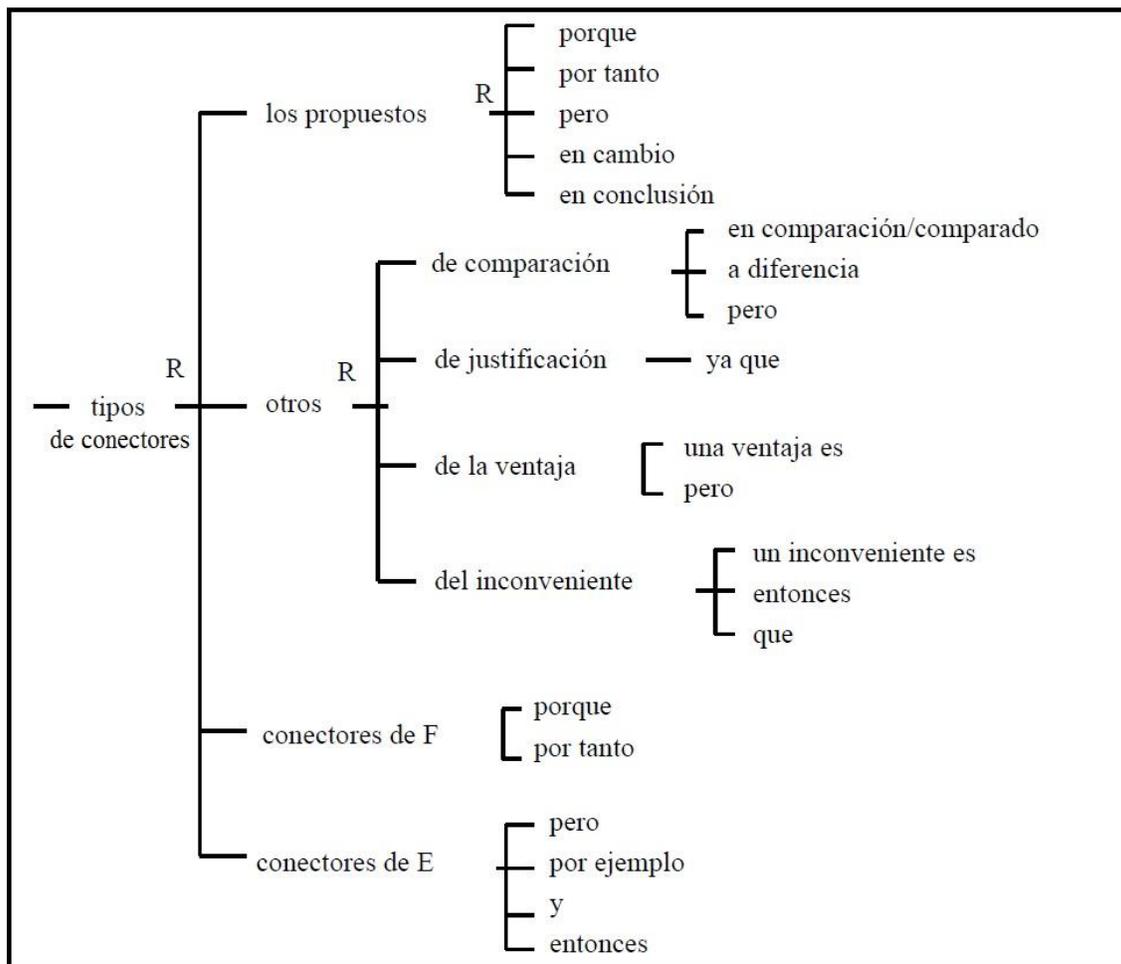
Este esquema se ha empleado como instrumento para el estudio del discurso y la elaboración de textos escritos en las ciencias (Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre 1997; Jiménez Aleixandre, Bugallo y Duschl 1997; Carlsen, 1997 y Jiménez Aleixandré, 1998, citados por Duschl, 1998), este esquema también fue empleado como heurístico para analizar las conversaciones y discusiones de los estudiantes (Eichinger, Anderson, Palincsar y David, 1991, citados por Duschl, 1998)

Por otra parte, Anderson, Kurth y Palincsar (1996) proponen un instrumento de diseño similar al de Toulmin, denominado esquema TOPE (Técnicas, Observaciones, Pautas, Explicaciones). El trabajo con este instrumento, no sólo se dirige al análisis de los proceso de los estudiantes, sino que también posibilita una mejora en la destreza del profesor en la planificación y la selección de los contenidos y situaciones problémicas (Citados por Duschl, 1998). Frente a esto, Henao y Stipcich (2008), dejan claro que

la propuesta toulminiana para la educación en ciencias, enfatiza que la calidad de los procesos de enseñanzas de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con las que los estudiantes aprenden a juzgar aun los conceptos expuestos por sus profesores (Toulmin, 1979). En este sentido, cobra especial relevancia enseñar actitudes críticas y propositivas, es decir, es fundamental la enseñanza explícita de procesos de razonamiento y argumentación (p. 52).

Como complemento a la interpretación de los argumentos, enmarcados en el análisis a partir de este esquema, Sadrá y Sanmartí (2000) proponen una serie de conectores que facilitan de alguna forma la clasificación de las fases del esquema argumental de Toulmin.

Figura 3.
Red de conectores (Sardá y Sanmartí, 2000)



En la red sistémica elaborada por (Sardá y Sanmartí, 2000) se presentan algunos conectores de refutación (R) propuestos por los autores, además de otros que se ajustan a cada una de las partes que constituyen el argumento final, como la justificación, las comparaciones, la evaluación de las ventajas y desventajas; igualmente ofrecen otro tipo de conectores para la fundamentación (F) y la ejemplificación (E) de dichos argumentos

De esta forma se rescata la importancia que adquiere el empleo de conectores cuando se trata de establecer conexiones entre las diferentes estructuras del texto.

4. GENÉTICA MODERNA

“Actualmente, la Biología está presente en todos los órdenes de nuestra vida: salud, medio ambiente, materiales transgénicos, clonación, inmuno-diversidad, biodiversidad, control de alimentos, consumo, etc. Todos estos ámbitos forman parte del acervo cultural básico del ser humano actual. La Sociedad del Conocimiento que parece abrirse en el siglo XXI requiere de unos ciudadanos bien formados que sepan interpretar los avances científicos, la cultura científica en que se encuentran inmersos, de otro modo serán analfabetos funcionales incapaces de pronunciarse con criterios sólidos y bien formados sobre los grandes retos y problemas que surgirán con el nuevo milenio.”

(Bio, 1999, 17, p. 1)

El desarrollo de la genética moderna inició en los comienzos del siglo XX, época en la que la ciencia conocía numerosos detalles de la constitución de la célula. Pero fue en el año 1865, en donde gracias a los cruces de diversas plantas que hizo Gregor Mendel en su jardín, se pudieron establecer algunas de las leyes más importantes de la genética para dar un lanzamiento significativo a esta ciencia. Sin embargo la importancia de la obra de Mendel no fue reconocida hasta que los resultados obtenidos por éste no se compararon con los que el norteamericano Thomas Morgan realizó con la mosca de la fruta (*Drosophila*).

A partir de ahí, el interés por la genética cautivo aún más al hombre, a pesar de que a través del tiempo la necesidad de supervivencia había llevado a la humanidad a mejorar numerosas especies silvestres de vegetales; tales como el maíz, el trigo, la yuca, el ocumo, la cebada, árboles frutales, etc., que constituyeron los productos básicos para la alimentación de los demás seres vivos. Fue así, que la mejora vegetal se fue afinando, permitiendo a los especialistas obtener nuevos productos, al basar la producción en fundamentos científicos que en el pasado estaban limitados a simples actividades empíricas, o a la selección que la naturaleza de modo espontánea iba realizando.

Por todo lo anterior, es que la genética moderna es de gran importancia para el desarrollo de otras ciencias. Sus resultados han tenido aplicación en medicina, en

agricultura y en zootecnia. Es por tanto, que hoy la evolución se considera resultante de una serie de mutaciones que, poco a poco, conducen a la aparición de nuevas formas, de las cuales las más adaptadas a las exigencias del medio ambiente son favorecidas por la selección natural.

4.1 Manipulación Genética

Antes pensábamos que nuestro futuro estaba en las estrellas. Ahora sabemos que está en nuestros genes.

(James Watson)

El descubrimiento de la estructura del ADN o cadena de doble hélice, de la nombrada molécula de la vida, abrió paso al desarrollo de la investigación genética desde 1953. En lo que se ha denominado la ingeniería genética, la cual cumple un importante papel, que consiste no sólo en la manipulación sino en la modificación del material genético, generando grandes innovaciones y posibilidades de la biotecnología, lo cual es un elemento fundamental para la ciencia biotecnológica moderna.

Estos adelantos en la genética han influido de modo variado en las formas de pensamiento establecidas en las ciencias, en este caso, en la biología y en especial en la teoría de la evolución; en donde la capacidad de manipulación genética de los materiales hereditarios exige una revisión de principios establecidos y comprobados; la posibilidad real de modificar el curso de la evolución abre el tema no sólo a las ciencias físicas y naturales, sino también, por su impacto en la sociedad humana, a las ciencias sociales y a las humanidades (Gascón, 2003).

Al mismo tiempo, la manipulación es realizada también con fines terapéuticos, lo cual permite que se transforme el genotipo de un individuo para mejorar su resistencia a alguna enfermedad o a la cura de la misma, especialmente en males hereditarios. Además, permite que en la manipulación génica germinal se dé la variación del

genoma del individuo y se pueda dar antes del nacimiento, concepción o durante ella; , sirviendo para determinar qué tendencia tiene un individuo para contraer algún mal en el futuro y cómo cambiar esa tendencia.

Es necesario mencionar, que también son importantes en la manipulación del ADN los llamados vectores, partes de ADN que se pueden autorreplicar (generar copias de ellos mismos) con independencia del ADN de la célula huésped donde crecen. Estos vectores permiten obtener múltiples copias de un fragmento específico de ADN, lo que hace de ellos un recurso útil para producir cantidades suficientes de material con el que trabajar. El proceso de transformación de un fragmento de ADN en un vector que se denomina clonación, ya que se producen copias múltiples de un fragmento específico de ADN. Otra forma de obtener muchas copias idénticas de una parte determinada de ADN es la reacción de la polimerasa en cadena, de reciente descubrimiento. Este método es rápido y evita la clonación de ADN en un vector.

Por eso, con la llegada de la manipulación genética, las historias de ciencia ficción, ya no nos resultan tan descabelladas, ni tan inverosímiles, sino que se están convirtiendo en una señal hacia una ciencia que se proyecta a un futuro no muy lejano.

Es por todo esto, que se piensa que las "manipulaciones" abrirían un camino para la creación de nuevas especies, con un rendimiento mejor o con una crianza menos costosa; y por otro lado, servirían para el reforzamiento, en una especie determinada, de ciertos caracteres, ampliando el campo de la Biología experimental, más precisamente, de la Biología Molecular.

4.1.1 Algunos tipos de Manipulación

En los propósitos eugenésicos o perfectivos, vemos que se afecta el genotipo para que se refleje en el fenotipo, es decir, se cambian los rasgos aparentes del individuo: color de ojos, cabello, etc. (esto se logra alterando el orden de la cadena de

los aminoácidos dentro del ADN). Como alguien expresara: "puede que nos guste una rosa con muchísimos pétalos, pero tenemos que estar conscientes que es una creación manipulada".

La clonación es un proceso que nos permitiría hacer una copia genética de un individuo. No obstante, esa sería **la semejanza** entre los dos individuos, el donador y el clon. Lo demás lo aportarían las circunstancias anteriormente expuestas que se encuentren en el entorno del individuo.

4.1.1.1 *Ingeniería Genética*

La ingeniería genética es el método que modifica las características hereditarias de un organismo en un sentido predeterminado mediante la alteración de su material genético. Suele utilizarse para conseguir que determinados microorganismos como bacterias o virus, aumenten la síntesis de compuestos, formen compuestos nuevos o se adapten a medios diferentes. Otras aplicaciones de esta técnica, también denominada técnica de ADN recombinante, incluye la terapia génica, la cual será ampliada más adelante.

La ingeniería genética consiste en la manipulación del ADN. En este proceso se requieren diferentes enzimas producidas por varias especies bacterianas. Dichas enzimas son capaces de reconocer una secuencia determinada de la cadena de unidades químicas (bases de nucleótidos) que forman la molécula de ADN, y romperla en dicha localización. Los fragmentos de ADN así obtenidos se pueden unir utilizando otro tipo de enzimas llamadas ligasas. A continuación se presentan algunas de las implicaciones de la ingeniería genética.

Figura 4.

Implicaciones que la ingeniería genética tiene, y puede llegar a tener, en la sociedad del siglo XXI. Adaptado de Ibáñez (2004)



4.1.1.2 *Terapia Genética*

La terapia génica es uno de los campos que mayores expectativas ha levantado en los últimos años, debido a que está pretende llegar a curar las enfermedades de forma definitiva. Aunque la investigación en terapia génica se ha desarrollado paralelamente al Proyecto del Genoma Humano y no puede ser considerada una consecuencia directa del mismo, no cabe duda de que el conocimiento de la secuencia completa del genoma humano, en la medida en que permita el conocimiento de todos los genes, puede suponer un impulso muy importante para las posibilidades de la terapia génica.

La terapia génica consiste en la aportación de un gen funcional a las células que carecen de una determinada función, con el fin de corregir una alteración genética o enfermedad adquirida. La terapia génica se divide en dos categorías:

1. La alteración de las células germinales, es decir espermatozoides u óvulos, lo que origina un cambio permanente de todo el organismo y generaciones posteriores. Esta terapia génica de la línea germinal no se considera en los seres humanos por razones éticas.

2. La terapia somática celular, la cual es análoga a un trasplante de órgano. En este caso, uno o más tejidos específicos son objeto, mediante tratamiento directo o extirpación del tejido, de la adición de un gen o genes terapéuticos en el laboratorio, junto a la reposición de las células tratadas en el paciente. Se han iniciado diversos ensayos clínicos de terapia genética somática celular destinados al tratamiento de cánceres o enfermedades sanguíneas, hepáticas, o pulmonares.

4.2 Algunos beneficios de los avances en el estudio de la genética

La ingeniería genética tiene un gran potencial. Por ejemplo, el gen para la insulina, que por lo general sólo se encuentra en los animales superiores, se puede ahora introducir en células bacterianas mediante un plásmido o vector, que luego puede reproducirse en grandes cantidades constituyendo una fuente abundante de la llamada insulina recombinante a un precio relativamente bajo. La producción de insulina recombinante no depende del variable suministro de tejido pancreático.

Otra aplicación importante de la ingeniería genética es la fabricación de factor VIII recombinante, el factor de la coagulación ausente en pacientes con hemofilia. Casi todos los hemofílicos que recibieron factor VIII antes de la mitad de la década de 1980 han contraído el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) o hepatitis por la contaminación viral de la sangre utilizada para fabricar el producto. Desde entonces se realiza la detección selectiva de la presencia de VIH (virus de la inmunodeficiencia humana) y virus de la hepatitis C en los donantes de sangre, y el proceso de fabricación incluye pasos que inactivan estos virus si estuviesen presentes. La posibilidad de la contaminación viral se elimina por completo con el uso de factor VIII recombinante.

Otros usos de la ingeniería genética son el aumento de la resistencia de los cultivos a enfermedades, la producción de compuestos farmacéuticos en la leche de los animales, la elaboración de vacunas, y la alteración de las características del ganado.

4.3 Algunos riesgos de los avances en el estudio de la genética

Mientras que los beneficios potenciales de la ingeniería genética son considerables, también lo son sus riesgos. Por ejemplo, la introducción de genes que producen cáncer en un microorganismo infeccioso común, como el virus influenza, puede ser muy peligrosa. Por consiguiente, en la mayoría de las naciones, los experimentos con ADN recombinante están bajo control estricto, y los que implican el

uso de agentes infecciosos sólo se permiten en condiciones muy restringidas. Otro problema es que, a pesar de los rigurosos controles, es posible que se produzca algún efecto imprevisto como resultado de la manipulación genética.

4.4 Bioética

¿Y si tiene mi apariencia física y tu cerebro?

Bernard Shaw a Isadora Duncan

El pastor protestante, teólogo, filósofo y educador alemán Fritz Jahr fue el primero en utilizar el término bioética, a pesar de que por mucho tiempo se le atribuyó la acuñación del término al bioquímico estadounidense Van Rensselaer Potter, definiendo la bioética como "el estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias de la vida y del cuidado sanitario, en cuanto que tal conducta se examina a la luz de los valores y de los principios morales". En la actualidad abarca no sólo los aspectos tradicionales de la ética médica, sino que incluye la ética ambiental, con los debates sobre los derechos de las futuras generaciones, desarrollo sostenible, etc.

La bioética además de tratar las cuestiones morales en el ámbito de la biomedicina, incluye también:

- Cuestiones epistemológicas: Modelos explicativos sobre la conducta humana, metáforas y modelos sobre el papel de los genes, etc.
- Cuestiones ontológicas: Estatuto de lo humano al comienzo y al final de la vida, estado vegetativo persistente, relación entre la dotación genética y la identidad del individuo, entre otros.

En donde la bioética se desarrolla en el contexto de una sociedad pluralista, ajena a los grandes relatos unificadores de tipo religioso o ideológico. Por lo tanto, la bioética es una ética civil que se sustenta en la racionalidad humana transformada,

capaz de ser compartida por todos, en un terreno filosófico neutro. Como lo menciona Marciano Vidal (1989) "más allá de un ordenamiento jurídico y deontológico, y más acá de las convicciones religiosas". Es decir, la bioética pretende ser universal, alejada de los puros convencionalismos o preferencias personales, consciente de las limitaciones de la razón humana y atenta a los contextos culturales concretos.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

1. METODOLOGÍA

La metodología es entendida por Galeano (2004) como “el modo en que se enfocan los problemas y se buscan las respuestas en las ciencias sociales y humanas” (p.13), es decir, que el concepto de metodología hace referencia a los métodos de investigación con el fin de lograr objetivos en una ciencia determinada. Dichos métodos de investigación están constituidos por diversas etapas, pasos o fases, que no deben nunca perder su lógica y relación si se quiere mantener un proceso dinámico y con buenos resultados

La investigación social, al igual que la investigación científica, se encuentra orientada por dos principales enfoques investigativos que son: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo.

En nuestro caso, se buscará mediante el enfoque cualitativo dar profundidad a la investigación al analizar e interpretar la información obtenida del proceso de aprendizaje de los estudiantes y teniendo presente el contexto en el que ellos se desenvuelven y por el cual se interesan; buscando dar resultados no tan centrados en lo numérico sino en conclusiones certeras.

En este sentido, la investigación cualitativa se caracteriza por fundamentarse más en un proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas) en el cual, la recolección de la información no es estandarizada es decir, el análisis de la información no es estadístico, por el contrario se encuentra orientado bajo una perspectiva interpretativa o la interpretación de los fenómenos desde una concepción múltiple de la “realidad”, sin pretender buscar las *causas* o la *explicación* de los hechos, como es propio de los análisis cuantitativos (Stake, 1998).

Por otra parte, el enfoque de investigación cualitativa también es definido como el enfoque que mediante la empatía, comprende los motivos que están detrás de las

relaciones humanas para lograr una aprehensión global de la experiencia humana (Dobles, García & Zúñiga, 1998).

Por consiguiente se considera oportuno dar un enfoque cualitativo a esta investigación ya que bajo esta perspectiva se pone en primer lugar a la persona, su experiencia, su sentir, su opinión con respecto a lo que se investiga, sus hábitos, costumbres, maneras de pensar y proceder (Haro, 2004). Adicionalmente, este tipo de enfoque implica un acercamiento al problema, el objeto de estudio, los métodos e instrumentos; lo cual se aproxima a lo que se busca con esta investigación, ya que se piensa que no es posible comprender el acto educativo si no se comprende lo que sucede al interior de los sujetos involucrados, teniendo en cuenta sus experiencias, creencias y pensamientos tal y como son dichas por ellos mismos sin ser modificadas por los investigadores.

Para finalizar, a pesar de que los estudios cualitativos involucran la recolección de datos utilizando técnicas que no pretenden medir ni asociar las mediciones con números, Sandoval (2002) afirma que la investigación cualitativa es rigurosa aunque de un modo distinto al de la investigación cuantitativa; ya que los investigadores aunque cualitativos buscan resolver los problemas de validez y de confiabilidad por las vías de la exhaustividad (análisis detallado y profundo) y del consenso intersubjetivo (Interpretación y sentidos compartidos).

2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Luego de la selección del enfoque que orientará en sentido general la investigación, es oportuno ahora mencionar el tipo de alcance o el estudio de la misma. En este sentido Dankhe (1986, citado por Hernández, Fernández & Baptista 2006) propone cuatro tipos de estudio: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. De la selección del tipo de estudio, depende la estrategia de investigación y el diseño de la misma, además de las estrategias de recolección de la información y muestreo, las cuales son diferentes para cada tipo. No obstante, estos tipos de investigación no son, categorías cerradas y excluyentes; se puede dar el caso de que en una misma investigación inicie de forma exploratoria y termine como explicativa.

En este caso, la investigación retoma algunas de las características de los estudios exploratorio y descriptivo. Se retoma el estudio exploratorio debido a que la problemática formulada parte de una serie de suposiciones, a esto se le suma el hecho, de que en la actualidad la aplicación de la resolución de problemas en las aulas de clase de nuestro país es relativamente nueva y por lo tanto un fenómeno poco estudiado, en este contexto.

Seguido a la exploración, se incluye el estudio descriptivo a través del cual será posible especificar cómo la estrategia de Resolución de Problemas apoyada en la Ciencia Tecnología y Sociedad ayuda a desarrollar la competencia argumentativa de los estudiantes, al profundizar en la información obtenida en la investigación.

El alcance de la investigación, guarda entonces una estrecha relación con el tipo de enfoque y con el estudio de caso, tipo de investigación que orientará el trabajo.

3. ESTUDIO DE CASO

La buena ciencia social se guía por el problema, no por la metodología, en el sentido de que emplea aquellos métodos que, para una problemática dada, contribuyen mejor a contestar las preguntas de investigación planteadas.

Flyvbjerg (2004)

Esta investigación busca en el estudio de caso conocer cómo el trabajo desde la Resolución de Problemas como estrategia apoyada en la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) logra contribuir al mejoramiento de la competencia argumentativa de los estudiantes. En este sentido el término *estrategia* es entendido como un patrón de decisiones en la adquisición, retención y utilización de la información que sirve para lograr ciertos objetivos, es decir, para asegurarse que se den ciertos resultados y no se produzcan otros (...), considerando, además, que las estrategias pueden ser reflexivas o no, conduciendo a los estudiantes a soluciones correctas o no (Bruner, citado por Rizo & Campistrous, 1999), buscando así, que la resolución de problemas como estrategia ayude a los estudiantes a enfrentarse a diversas situaciones problemáticas, en las cuales se incluyan principalmente procesos argumentativos.

En este sentido, Eisenhardt (citado por Martínez, 1999) concibe un estudio de caso contemporáneo como “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares”. De esta forma, el estudio de caso, nos permitirá interpretar, comprender y documentar a profundidad la experiencia que se propone; mejorar la argumentación, a través de la estrategia Resolución de Problemas.

Por otra parte, desde la perspectiva de Stake (1998), el estudio de caso consiste en “el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes. El caso es algo específico, algo complejo en funcionamiento”, cuya mayor fortaleza en palabras de Yin (citado por

Martínez 2006), radica en que a través del mismo es posible medir y conocer el comportamiento y actitudes de las personas que hacen parte del estudio, procedimiento contrario a los estudios de tipo cuantitativo, los cuales se caracterizan por ser impersonales, donde cobra más importancia la recolección de la información, que el conocimiento de la persona de la cual se obtiene la misma.

Stake (1998) define tres tipos de estudio de caso: el estudio intrínseco de caso, el estudio de caso colectivo y el estudio de caso instrumental; de los tres tipos de estudio que él propone, éste último se ajusta a los intereses que persigue la investigación ya que, el interés está centrado en las implicaciones de los resultados de la investigación en otros ámbitos más allá del propio caso, es decir, el caso tiene un interés secundario, desempeña un papel de apoyo, facilitando el entendimiento de algún problema en el cual, sus contextos son examinados y sus actividades ordinarias son detalladas.

Además, para esta investigación se hace pertinente un trabajo con estudio de caso y con un propósito exploratorio, debido a que la aplicación de la resolución de problemas de clase de nuestro país actualmente es un fenómeno hasta el momento poco estudiado.

En este sentido, según su propósito, Martínez (2006) afirma que las investigaciones realizadas por medio de estudios de caso pueden ser descriptivas, si lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado, y exploratorias, si a través de las mismas se pretende conseguir un acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad objeto de estudio.

Para esta investigación, la intención del estudio de caso que se llevará a cabo cumple con ambos propósitos, ya que la descripción de las situaciones propuestas permitirá especificar características tanto de los estudiantes frente a la propuesta educativa como los rasgos más importantes de la misma.

Por otra parte, en la actualidad se presentan algunas objeciones frente a la aplicación del estudio de caso. Entre ellas, la que más se destaca es la generalización de la información obtenida a través de un estudio de caso; en este sentido, Yin (1998, citado por Martínez, 2006), afirma que la generalización a partir del estudio de caso, no consiste en una “generalización estadística” (desde una muestra o grupo de sujetos hasta un universo), como en las encuestas y en los experimentos, sino que se trata de una “*generalización analítica*” (utilizar el estudio de caso único o múltiple para ilustrar, representar o generalizar a una teoría).

La idea anteriormente expresada, se considera que guarda una estrecha relación con la situación que se presenta en la investigación en el aula; ya que cuando se habla de enseñar ciencias, no sólo se trata de llevar al aula las construcciones teóricas desarrolladas por alguna comunidad científica, sino que también, es necesario hacer una lectura reflexiva e interpretativa del contexto en el cual se pretende enseñar, no todos los contextos son iguales, no siempre una metodología va a ser exitosa para la enseñanza y/o el aprendizaje de las ciencias; lo que nos lleva a concluir que no todos los resultados obtenidos en estas investigaciones están abiertos a generalizaciones de tipo estadístico; la generalización no radica en una muestra probabilística extraída de una población a la que se pueda extender los resultados, sino en el desarrollo de una teoría que puede ser transferida a otros casos. De aquí que algunos autores prefieran hablar de transferibilidad, en vez de generalización, en la investigación de naturaleza cualitativa (Maxwell, 1998, citado por Martínez, 2006).

En este mismo sentido en un artículo publicado en el 2004, Flyvbjerg explora algunos de los mal entendidos más comunes que se le hace a la investigación con estudio de caso. El autor, realiza un análisis profundo de dichos malentendidos o críticas, concluyendo al final, que “el estudio de casos es un método necesario y suficiente para determinadas e importantes tareas de investigación en las ciencias sociales, y es un método que funciona bien en comparación con otros métodos de investigación en las ciencias sociales” (p. 57)

La primera crítica que se analiza consiste en la creencia de que ‘el conocimiento teórico general (independiente del contexto) es más valioso que el conocimiento práctico concreto (dependiente del contexto’. Ésta crítica se convierte en un mal entendido si miramos que no se pueden encontrar teorías predictivas ni universales en el estudio de los asuntos humanos. Por lo tanto, el conocimiento concreto dependiente del contexto es más valioso que la vana búsqueda de teorías predictivas y de universales.

En segundo lugar, el estudio de caso es criticado porque ‘no se puede generalizar sobre la base de un caso individual; por consiguiente, el estudio de caso no puede contribuir al desarrollo científico’. En este sentido, se aclara que la elección del método debe depender claramente del problema que se estudie y sus circunstancias. Es correcto que se puede generalizar y con frecuencia es adecuado y valioso, pero sería incorrecto afirmar que es la única manera de trabajar, tan incorrecto como concluir que no podemos generalizar a partir de un solo caso, independiente del caso que se trate y de cómo haya sido elegido. Esto es aplicable tanto en las ciencias naturales como al estudio de los asuntos humanos. Es de resaltar que la generalización formal bien realizada a partir de grandes muestras o de casos únicos, se ha sobrevalorado de forma considerable como fuente principal del progreso científico. Se considera pues que la ventaja de las grandes muestras es su amplitud, y su problema está relacionado con la profundidad.

Por otra parte, en tercer lugar, se menciona que el método de estudio de caso como investigación ‘es más útil para generar hipótesis en los primeros pasos del proceso total de una investigación, mientras la comprobación de hipótesis y la construcción de teorías se realizan mejor mediante otros métodos en una fase posterior del proceso’. En este caso, Flyvbjerg menciona que el estudio de caso es útil tanto para generar como para comprobar hipótesis, pero no se limita exclusivamente a estas actividades investigadoras. En este sentido Eckstein (1975, citado por Flyvbjerg, 2004) afirma que el estudio de caso es valioso en todas las fases del proceso de la

construcción de teorías, pero sobre todo en la fase de construcción teórica donde normalmente se les atribuye menor valor (la fase donde la teoría se somete a prueba).

La cuarta crítica sobre la investigación mediante el estudio de caso es que 'el método mantiene un sesgo hacia la verificación, entendiendo como una tendencia a confirmar las nociones preconcebidas del investigador, de tal modo que el estudio tiene un dudoso valor científico'. Frente a este respecto, se tiene que el sesgo hacia la verificación es general, el estudio de caso contiene un mayor sesgo hacia la falsación de nociones preconcebidas que hacia la verificación. Un investigador que realiza un estudio de caso termina con frecuencia descartando nociones y teorías preconcebidas. Esta actividad es simplemente un elemento central en el aprendizaje y en el logro de nuevas ideas. Formas más simples de comprensión pueden generar otras más complejas a medida que dejamos de ser principiantes para convertirnos en expertos.

Finalmente, frente al estudio de caso, se ha dicho en repetidas ocasiones que 'suele ser difícil resumir y desarrollar proposiciones y teorías generales sobre la base de estudio de casos específicos'. En defensa de esta premisa, Flyvbjerg (2004) menciona que resumir los estudios de caso no es siempre útil, y en algunas ocasiones, puede incluso ser contraproducente. Por otro lado es correcto que suele ser difícil resumir los estudios de caso en especial porque concierne al proceso del caso. Los problemas implicados en el resumen de los estudios de caso, sin embargo se deben más a las propiedades de la realidad estudiada que al estudio de caso en sí. Los buenos estudios de caso deben interpretarse como narrativa en su totalidad.

Sin embargo, a pesar de que el estudio de caso ha sido considerado como la estrategia más suave de investigación, es también considerada la más difícil de hacer (Yin, 1989, citado por Martínez, 2006), al reconocer la complejidad del caso vinculándolo a su contexto; además se piensa que puede contribuir en general, al desarrollo acumulativo del conocimiento, ya que el estudio de caso, al basarse en un proceso de razonamiento inductivo, a partir del estudio de unas pocas unidades bien seleccionadas, permite que los investigadores se pongan en contacto directo con la

realidad y que alcance un conocimiento profundo de la misma, favoreciendo en mayor medida la creatividad y la generación de nuevos conocimientos (Eisenhardt, 1989, citado en Yacuzzi p.17).

Para finalizar, Stake (2000), Yin (2003), Creswell (2005) y Mertens (2005) citados por Sampieri (2006) consideran que en un estudio de caso debe haber triangulación de fuentes de datos y pueden utilizarse diferentes herramientas como: documentos, archivos, entrevistas, observación, artefactos, grupos de enfoque y cuestionarios, entre otros.

4. MAPEO

La I.E Escuela Normal Superior de Medellín, correspondiente al nivel socio económico (NSE) 3, se encuentra ubicada en el barrio Villa Hermosa, en la zona centro oriental del Valle de Aburrá (Zona 8).

A partir de 1970 la Escuela Normal inicia el programa de profesionalización del magisterio y en el año 1999 el MEN le concede reconocimiento de carácter oficial a la Escuela Normal Superior de Medellín, antes Escuela Normal Nacional de Varones y la faculta para otorgar los títulos de Bachiller Académico con profundización en el campo de la educación y el de Normalista Superior con énfasis en Lengua Castellana.

Finalmente en el año 2002 cambia la denominación de Escuela Normal Superior de Medellín por el de Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín.

En la actualidad, la I. E. Escuela Normal Superior de Medellín, es una institución educativa oficial de carácter especial, que ofrece educación formal en los niveles de preescolar, educación básica y media académica con profundización en el campo de la educación y la formación pedagógica y el ciclo complementario de formación docente en la modalidad presencial y semipresencial en convenio con la Universidad de Antioquia y la Fundación Universitaria Católica del Norte.

En la actualidad este plantel cuenta con 1615 estudiantes, cuyas edades oscilan entre los 5 y los 19 años de edad; distribuidos en los diferentes niveles académicos.

En sentido general, se ha observado que entre más alto el grado o nivel académico, más aptitud se tiene por el aprendizaje de las ciencias (Schibechi, 1984; Giordan, 1985; James y Smith, 1985; Welch, 1985; Yager y Penick, 1983, 1986; Simpson y Oliver, 1990; Espinosa y Román, 1991; Ortega et al., 1992; Osborne et al., 2003; Simpson et al., 1994; Solbes y Vilches, 1997; Vázquez y Manassero, 1997;

citados por Martínez Aznar e Ibáñez, 2006). Adicionalmente, se analiza el interés en el área de las ciencias naturales de la población estudiantes de la institución en base a los resultados obtenidos en las pruebas saber del año 2009; en las cuales el porcentaje más alto de los estudiantes de los grados quinto y noveno se mantienen en un nivel básico, siguiendo en ese orden el nivel satisfactorio, el nivel insuficiente y finalmente el nivel avanzado; en el cual el porcentaje es muy bajo.

4.1 Población

De los grupos de la básica secundaria de la I.E.E.N.S.M, se elige como población objeto de estudio los estudiantes del grado 8º B.

El grupo 8º B está conformado por 48 estudiantes de los cuales 24 son niñas y 24 son niños. De la observación hecha durante el primer periodo de práctica, es notable en algunos de estos estudiantes una actitud que se podría calificar como positiva frente al aprendizaje de las ciencias; mientras que otros muestran gran apatía frente al aprendizaje de las mismas; esta apatía se refleja en las posturas que mantienen durante la clase, no les interesa tomar nota y no cumplen con las actividades propuestas. Adicionalmente, se observan algunos problemas con el lenguaje científico (comunicación de ideas científicas), en el sentido que no comprenden muy bien los textos, además de las dificultades que presentan para expresar de forma tanto oral como escrita conclusiones o ideas que se derivan de la clase.

Para hacer una caracterización de la población y conocer las actitudes de los estudiantes frente a las ciencias, se empleó como herramienta una adecuación del Test CAME (Cognición, Acción y Metodología), el cual fue elaborado y validado por García (2000, Citado por Sierra Fernández, J. L., Perales Palacios, F. J. & Vílchez González, J. M. 2005). Este test brindará elementos epistemológicos sobre como construyen el conocimiento los estudiantes, además de permitir obtener información sobre lo que piensan y como se sienten frente a las ciencias. Con esta información, será posible establecer criterios procedimentales en la selección y presentación de los contenidos.

A través del Test CAME, es posible medir las actitudes científicas de los estudiantes, entendidas como “las actitudes que se relacionan con el interés, con la motivación y también con las creencias, valores y características” (Martinez Aznar e Ibanez, 2004. p. 194) de las ciencias. En este sentido Martinez e Ibañez (2004) aclaran las deferencias entre las actitudes sobre y hacia las ciencias, de las cuales la primera

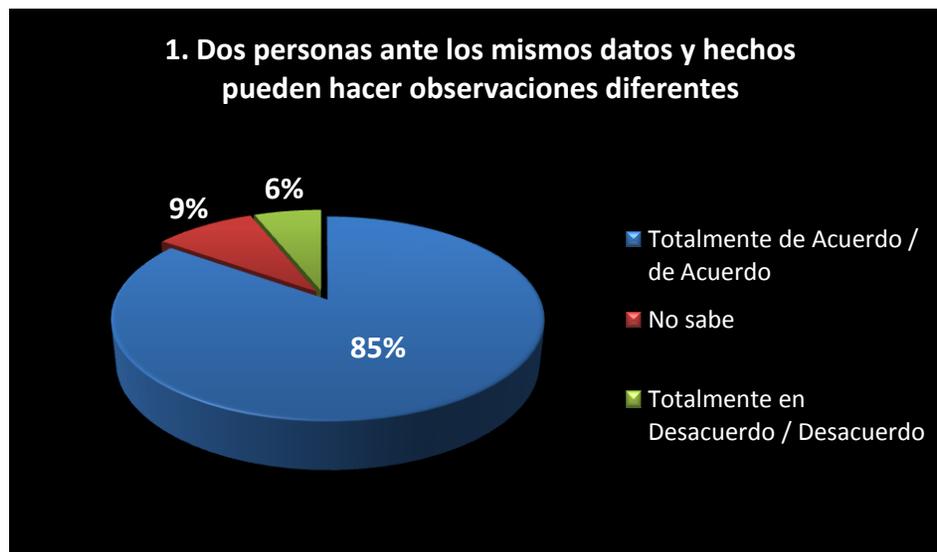
hace referencia a la valoración de las ciencias como un conocimiento disciplinar y su importancia en nuestro entorno social, mientras que la segunda, se refiere a la motivación e interés del estudiante por el estudio de las mismas.

Teniendo en cuenta esto, García (2000, Citado por Sierra Fernández y otros, 2005) plantea para este test los siguientes indicadores (uno para cada ítem): *componente comportamental*, la multicausalidad, el enfoque teórico-práctico, el pensamiento divergente, la multicontextualización, la apertura cognoscitiva, el enfoque relacional y el carácter social del conocimiento; como *componente afectivo*, la persistencia, la preferencia, la aceptación y el rol activo; como *componente cognitivo*, las concepciones sobre el origen, la función, la validez y los límites de las ciencias.

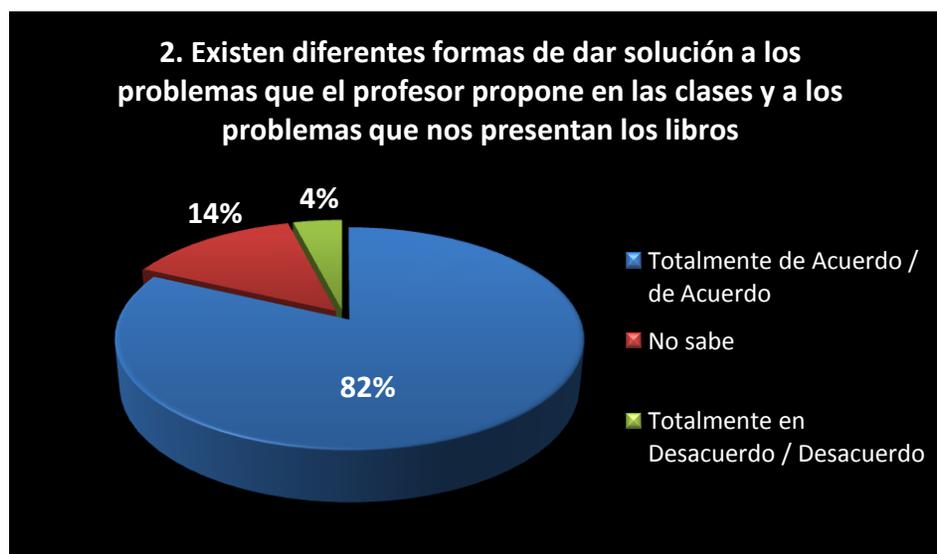
De los componentes anteriores, sólo se retoman algunas preguntas en las que se evalúan los componentes comportamental y afectivo, y los subcomponentes de acción, metodológico, personal y social.

A continuación, se presenta en gráficos circulares, los resultados obtenidos de la aplicación de dicho instrumento, y el respectivo análisis de los mismos.

En las 4 preguntas que se grafican a continuación, se evalúa el componente comportamental, de las cuales 3 hacen referencia específicamente al subcomponente de acción.

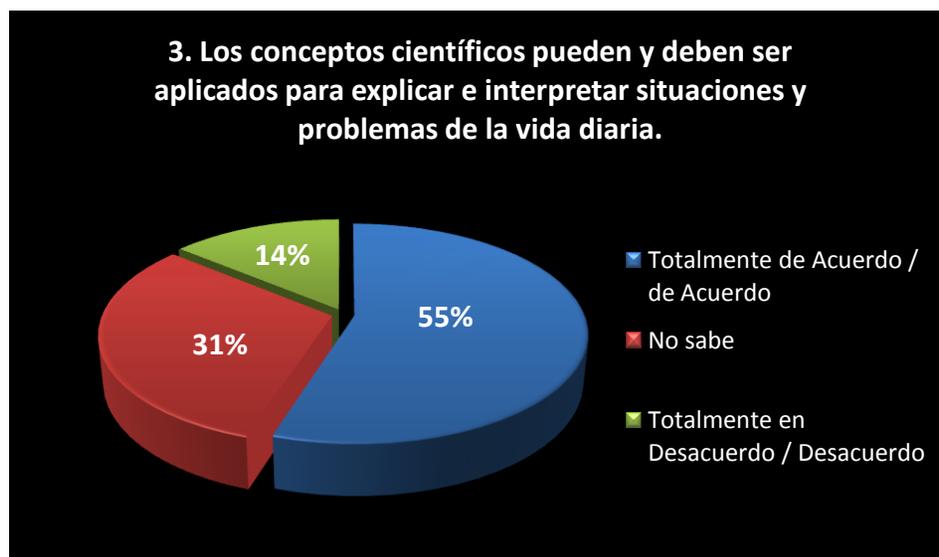


En el gráfico es posible observar que la gran mayoría (85 %) del grupo considera que la información ya sea teórica o experimental, puede tener varias interpretaciones, dependiendo del contexto disciplinar desde el cual se mire. Mientras que un pequeño porcentaje (6%) se muestra en desacuerdo con la afirmación planteada. Adicionalmente, un 9 % de los estudiantes del grupo, no sabe cómo responder a esta cuestión. Es posible afirmar pues, que frente al enfoque teórico-práctico de las ciencias, la mayoría de los estudiantes muestra una actitud positiva.



Según la información graficada, la mayoría de los estudiantes considera que los procedimientos para resolver un problema, pueden ser varios (opuesto a lo que se

esperaba obtener, debido a la constante enseñanza del método científico en las clases de ciencias). Es posible pensar a partir de la información obtenida que la mayoría de los estudiantes del grupo explora alternativas distintas, busca diferentes posibilidades o soluciones frente a una situación problémica o una pregunta que les es formulada (Vivanco, 2009), es decir, tienen un pensamiento divergente. Por el contrario, el 14 % de los estuantes al mostrarse en desacuerdo, presentan un pensamiento convergente ya que se puede considerar que piensan como única la solución de los diversos problemas que se les pueda presentar y por ende de los procesos que implican llegar a dicha solución. Mientras que un pequeño grupo (4%) no sabe cómo responder frente a esta cuestión. Se concluye pues que frente al pensamiento divergente en el estudio de las ciencias, los estudiantes de grupo 8-B muestran actitudes positivas.



Esta pregunta señala hacia la multicontextualización del conocimiento científico, es decir, hacia la aplicación de lo aprendido por el estudiante en la clase de ciencias, en otros contextos, en otros entornos. En este caso, según la información graficada es fácil notar una gran división del grupo. Un poco más de la mitad considera que las ciencias pueden ser aplicadas en momentos diferentes de nuestras vidas, lo cual refleja una actitud positiva por parte de estos. Mientras que el otro gran grupo (31%), considera que los conocimientos científicos, se limitan a ser aplicados en las mismas disciplinas científicas. Eso deja ver la baja habilidad por parte de estos para relacionar el

conocimiento escolar con el entorno y la interdisciplinariedad posible entre diferentes áreas del conocimiento o saberes. Finalmente, un 14 % de los estudiantes no sabe cómo responder a esta pregunta. Por lo tanto, se considera que aproximadamente un poco menos de la mitad (45%) del grupo de estudiantes de 8-B muestra una actitud que se podría calificar como negativa frente a la multicontextualización del conocimiento científico.



Esta pregunta, hace parte del subcomponente metodológico, en el cual se evalúa el carácter social del conocimiento. Frente a este aspecto la gran mayoría de los estudiantes considera que la construcción de las ciencias no es el resultado del trabajo individual. Por el contrario, para que se dé el desarrollo y el progreso de las ciencias, se requiere de la participación y del trabajo de un grupo de personas que constantemente hace aportes y modificaciones a las teorías ya existentes. Frente a este mismo aspecto, el 11 % de los estudiantes, tiene una idea algo distorsionada sobre la construcción de las ciencias, al considerar que las mismas son el resultado de un trabajo individual. Mientras que finalmente el 7% no sabe cómo responder a esta pregunta. Se concluye pues que el 18% del estudiante, presentan una actitud negativa frente a la forma como se construyen las ciencias.

A continuación, se presentan 3 gráficos en los cuales se muestran los resultados obtenidos frente al componente afectivo. De estos, dos de las preguntas hacen referencia al subcomponente personal y el último al subcomponente social.

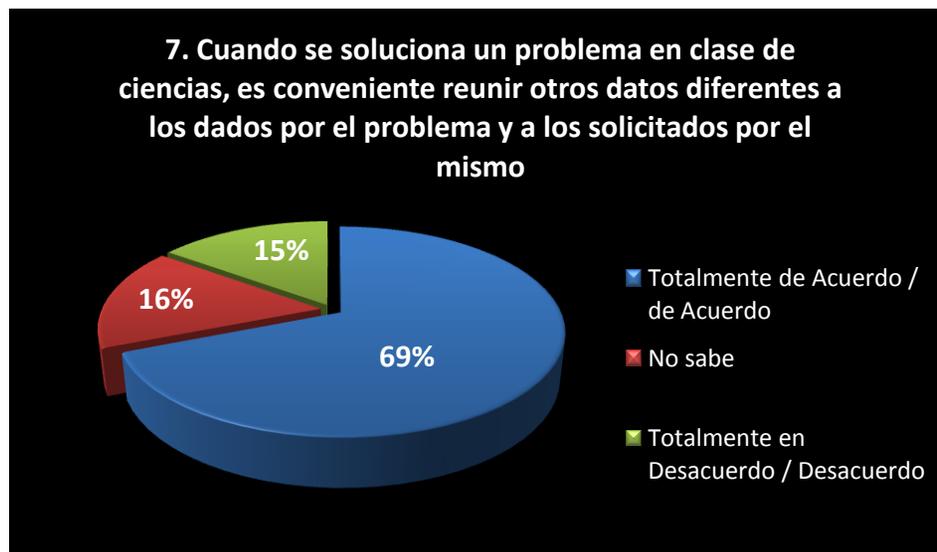


Nuevamente, se observa una gran división en el grupo. Según las respuestas de los estudiantes, el 30% no es persistente durante la realización de algún trabajo propuesto por el docente (abandono temprano de la tarea). Mientras que el 15% no sabe si las dificultades ameritan renunciar y preguntar al profesor. Frente a esto, es posible confirmar lo que se planteó como una de las causantes del problema de la investigación. La baja capacidad metacognitiva. Esto deja ver, que casi la mitad del grupo (45%), no logra hacerse responsable de su propio aprendizaje y no sabe cómo evaluar sus procedimientos ni los resultados obtenidos. Por otra parte, el 55% (un poco más de la mitad de los estudiantes), dice estar de acuerdo que los obstáculos no son un motivo para renunciar. Frente a esto, se considera, que la renuncia de la tarea por parte del estudiante, estará sujeta en la mayoría de los casos, a las situaciones a las que se enfrenta. No obstante, es bueno saber que la mitad de los estudiantes del grupo son persistentes en su trabajo, lo que hace pensar que buscaran múltiples soluciones hasta llegar a obtener un resultado satisfactorio.

6. El estudio de las ciencias naturales puede ser mucho más agradable que el estudio de las otras asignaturas



Según el gráfico, el 59 % de los estudiantes muestra agrado por el aprendizaje de las ciencias, lo que deriva en un gusto por la clase, mientras que el 25% muestra una actitud negativa frente al aprendizaje de las mismas y finalmente un 25 % no sabe si le gusta o no la ciencia. Según esto, se puede afirmar que la mitad de los estudiantes, se encuentran motivados por el aprendizaje de las ciencias, mientras que la otra mitad no muestra tanto interés como los otros. Frente a esto, es importante destacar, que en la motivación del estudiante influyen aspectos tales como; la materia de estudio (Lazarowith et al., 1985; Gardner y Tamir, 1989; Osborne y Collins, 2001, citados por Martínez e Ibáñez, 2006), el ambiente en el aula (Lawrenz, 1976; Fraser y Fisher, 1983; Hofstein y Lazarowitz, 1986; Escribano y Peralta, 1993, citados por Martínez e Ibáñez, 2006), la metodología empleada por el docente (Gayford, 1989; Berg et al., 2003, citados por Martínez e Ibáñez, 2006) y el género (Schibechei, 1984, Sahuquillo y otros, 1993 Spear (1984) Spear (1984) Jones et al., 2000 Dhindsa y Chung, 2003, citados por Martínez e Ibáñez 2006) entre otros. Frente a esto, vale la pena aclarar, que a pesar de no ser la motivación parte central de nuestro objeto de estudio, es importante destacar los posibles factores que influyen en los resultados obtenidos en esta pregunta.



Finalmente, en esta pregunta, se evalúa el rol activo de los estudiantes en las clases de ciencias. Es posible notar que la mayoría de los estudiantes (69%), considera importante tener en cuenta información adicional a la proporcionada por un problema. Cuando nos referimos aquí a información adicional, no sólo hacemos alusión a la parte de resolución, sino también a la verificación y constatación de los resultados obtenidos por los estudiantes. Al igual que en el ámbito de las ciencias, resulta de gran relevancia el constate de información y datos, para asegurar la formulación de teorías validas. Por otra parte, el 15% de los estudiantes no considera necesario recurrir a otras fuentes para resolver un problema y el 16% no sabe si esto es necesario. Al igual que en la pregunta numero 5, se considera que esto también puede estar influenciado por el tipo del problema y por la percepción que el estudiante tenga frente a la posible solución. Es posible concluir de esta pregunta que un poco menos de la mitad de los estudiantes no buscaría en otras fuentes el apoyo necesario para poder dar solución a un problema, lo que deriva en una actitud negativa hacia el aprendizaje de las ciencias.

En general a partir de los resultados obtenidos es posible concluir que la mayoría de los estudiantes del grado 8-B de la IEENSM muestran una actitud positiva frente a las ciencias y el aprendizaje de las mismas.

4.2 Muestreo

La muestra seleccionada es no probabilística, este tipo de muestreo se ajusta a investigaciones de tipo cualitativas con un alcance exploratorio, documental, descriptivo e histórico (Vara, 2007).

En este caso, el muestreo se corresponde a un criterio de selección intencional guiado por los objetivos que persigue la investigación basándose principalmente en la experiencia que se tiene con la población (Vara, 2007), lo cual se ajusta al estudio de caso.

Como parte de este muestreo intencional, se empleó como instrumento un cuestionario de indagación de ideas previas y valoración de habilidades en la resolución de problemas, a través del cual es posible mirar los procesos que los estudiantes siguen para resolver un problema, las justificaciones que dan a dichas soluciones y finalmente se analiza la actitud de los estudiantes cuando se enfrentan a una situación problemática. Este cuestionario se aplicó a toda la población (48 estudiantes) y con base en los resultados obtenidos se seleccionaron 6 estudiantes, que sobresalieron del resto de los estudiantes del grupo no solo por las respuestas que dieron en dicho instrumento, sino que también presentaron actitudes positivas hacia las ciencias. Adicionalmente como criterio de selección del caso, se tiene en cuenta la disponibilidad y el interés del estudiante por el desarrollo de las actividades, ya que la responsabilidad y compromiso de ellos resulta ser un factor fundamental para el desarrollo satisfactorio de la investigación.

4.2.1 Descripción del Caso

Como se mencionó en el ítem anterior, el caso consta de 6 estudiantes (3 niñas y 3 niños) que hacen parte del grado 8 – B de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín. De los 6 niños, se analizarán los procesos de resolución de problemas, la competencia argumentativa y el conocimiento conceptual adquirido.

A continuación se hará una breve descripción de ellos y se mencionaran *grosso modo* los resultados obtenidos del cuestionario de resolución de problemas. Se aclara que los nombres que se presentan a continuación no son los nombres reales de los niños de la investigación, ya que ellos prefieren permanecer anónimos durante la transcripción de conversaciones o de las situaciones problémicas resueltas. Adicionalmente, se le asigna a cada estudiante un código a través del cual será posible identificarlos en la presentación de resultados y durante el análisis.

Juanita (Estudiante 1: E1)

Edad: 13 años

“Me gustan las ciencias naturales porque son muy interesantes y explican muchas cosas que nos rodean y porque permiten dar respuesta o solución a las cosas. El tema de genética que es el que vamos a trabajar, me parece muy importante y muy interesante, además pienso que me identifico con ese tema, me gusta mucho y tengo muchas preguntas sobre el tema”

Juanita es una niña muy responsable y creativa, siempre tiene alguna pregunta sobre ciencias y además, en el cuestionario de resolución de problemas, deja ver su habilidad en el proceso de resolución, emplea términos como hipótesis, investigación y comprobación. No obstante, es posible afirmar según su redacción que no logra argumentar ‘satisfactoriamente’ el por qué de las decisiones tomadas en el proceso de resolución. Por otra parte, en los resultados del Test CAME es posible observar que su actitud hacia las ciencias es positiva.

Ánita (Estudiante 2: E2)

Edad: 13 años

“Me gustan las ciencias naturales porque nos hablan sobre los seres vivos y nos dan problemas a solucionar, lo que me gusta mucho, ya que me invita a indagar. El tema de genética es muy bueno e importante y considero que lo que vamos a hacer nos puede servir en un futuro, además es algo que nos lleva a investigar y buscar métodos”

Anita, se destaca del grupo, porque siempre tiene una explicación a las preguntas de sus compañeros; aunque no siempre las explicaciones proporcionadas por ella son validas. ¿Por qué? Es una constante pregunta en ella, todo lo cuestiona y presenta contraargumentos a las explicaciones de sus compañeros. En el cuestionario de resolución de problemas, se destaca por la persistencia que muestra según las respuestas proporcionadas por ella en el test. En la parte argumentativa, se observan varios intentos de justificación, no obstante no resultan “correctos”. Finalmente en el Test CAME muestra una actitud positiva hacia las ciencias y el aprendizaje de las mismas

Andreita (Estudiante 3: E3)

Edad: 13 años

“Me encantan las ciencias y con ellas me divierto mucho y en realidad se me graban más las cosas de ciencias que las de cualquier otra área, me parece que la genética es un tema muy interesante e importante aunque puede ser complicado, pero es muy bueno saber de todo eso”

Andreita es una Excelente estudiante, se destaca en la clase de ciencias por su responsabilidad y participación en clase. En el cuestionario de resolución de problemas deja ver un poco de angustia o de preocupación, cuando ve que las cosas no salen como lo planeaba. No obstante, logra establecer unos criterios para determinar cuándo

se da cuenta que un problema fue solucionado o no. Para finalizar, en el Test CAME es posible apreciar una buena actitud hacia las ciencias.

Manolito (Estudiante 4: E4)

Edad: 14 años

“Me gusta mucho la ciencia porque me gusta saber todo, sobre los misterios de la tierra, del cuerpo humano y descubrir cosas nuevas. Me gusta hacer parte de grupos donde pueda adquirir conocimientos y más si es de ciencias porque es una materia muy importante y que me gusta mucho”

Manolito es un niño lleno de preguntas, le gusta investigar y conocer el por qué de las cosas, es un gran observador y genera muy buenas reflexiones frente a las ciencias. En el cuestionario de resolución de problemas, define pasos para dar solución a la situación formulada, sin embargo, no logra explicar el por qué de sus respuestas. Por otra parte, en cuanto al Test CAME muestra actitudes positivas hacia las ciencias.

Felipe (Estudiante 5: E5)

Edad: 16 años

“Me gusta la ciencia porque quiero ser un gran médico y para esto, tengo que inclinarme primero por la investigación. El tema de la genética y las investigaciones que vamos a hacer me parece muy importante, además me ayuda a darme cuenta si sirvo para este área de medicina, muchos pensarán que esta área no tiene que ver con medicina, pero si con enfermedades que se tratan con ciencias”

Felipe, es un joven activo e interesado por aprender cualquier cosa que se relacione con el área de la medicina, como el tratamiento de enfermedades especialmente. En el cuestionario de resolución de problemas, no revela procesos de resolución, por lo tanto, no es posible apreciar la argumentación. Adicionalmente, en el Test CAME, muestra una actitud relativamente buena hacia las ciencias y el aprendizaje de las mismas

Juanito (Estudiante 6: **E6**)

Edad: 13 años

“Las ciencias naturales me gustan mucho porque esta trata de los bienes de los animales y el cuidado del ambiente. A mí me gustaría ser científico o veterinario. Científico porque así puedo hacer análisis de cuerpos muertos y vivos. Eso me gusta por los análisis que hacen. Veterinario porque trata de animales, como cuidarlos, asearlos, curarlos, etc. Me gusta mucho resolver problemas porque eso nos puede ayudar en cualquier momento de nuestras vidas”

Juanito es un niño muy responsable y se muestra muy interesado por el tema de la resolución de problemas, aunque en el cuestionario no le haya ido tan bien. Su capacidad argumentativa es débil, pero muestra actitudes positivas hacia las ciencias y el aprendizaje de las mismas.

5. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la investigación se han seleccionado varias técnicas de recolección, a través de las cuales se considera será posible obtener la información necesaria para llevar a cabo los objetivos de la investigación. A continuación se enuncian cada una de las técnicas o instrumentos a emplear, para ser posteriormente ampliados y justificados.

1. Test CAME (adaptado de García, 2000), para la caracterización de la población
2. Cuestionarios de preguntas abiertas, cerradas y de selección múltiple. Se aclara que para la elaboración de estos cuestionarios, se retoman preguntas de instrumentos elaborados y validados por otros autores. Esta selección de otros autores, permitirá como lo argumenta Ibáñez (2004) en su trabajo, comparar los resultados con otras investigaciones. Entre los cuestionarios diseñados se encuentran:
 - a. Cuestionario de indagación de ideas previas y valoración de habilidades en la resolución de problemas
 - b. Cuestionario de indagación de ideas previas frente al tema de genética
 - c. Un cuestionario en el que sea posible obtener información sobre el nivel de argumentación de los estudiantes antes de iniciar el trabajo
 - d. Una guía de actividades a través de la cual será posible analizar los heurísticos, el aprendizaje con respecto a las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética y la competencia argumentativa al retomar algunos elementos del Modelo Argumental de Toulmin
3. Observación participante activa, donde se tienen como instrumentos:
 - a. Grabadora (Voz)
 - b. Registro fotográfico
 - c. Diario de observación

Adicionalmente, se realizarán entrevistas y discusiones informales que servirán de complemento a la información empleada durante el análisis.

5.1 Descripción de los Instrumentos

5.1.1 Test CAME (*Cognición, Acción, Metodología*)

Este test fue elaborado y validado por García (2000, Citado por Sierra Fernández, J. L., Perales Palacios, F. J. & Vílchez González, J. M. 2005). El test original cuenta con 17 preguntas en las cuales se indaga por las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias.

De las 17 preguntas formuladas por García, se seleccionan 7 que hacen referencia a los componentes comportamental y afectivo. Las tres primeras preguntas hacen parte de la valoración del componente comportamental, específicamente se mira el subcomponente de acción, propuesto por García (1998). Por otra parte, en la cuarta pregunta se revisa el subcomponente metodológico.

Las preguntas cinco y seis, hacen parte del componente afectivo, específicamente del subcomponente personal, mientras que la pregunta siete hace alusión al subcomponente social

Las preguntas seleccionadas proporcionan información sobre el grado de motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, además de brindar información sobre la creencia que tienen los estudiantes sobre la construcción del conocimiento científico.

Adicionalmente, se le agrega en las respuestas la opción NS: No está seguro, ya que hay situaciones en las que el estudiante no tiene conocimiento sobre las cuestiones que se le formulan, por lo tanto se considera importante tener esta valoración en cuenta.



FACULTAD DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
TEST CAME PARA EVALUAR LA ACTITUD HACIA LA CIENCIA

El siguiente test tiene por objeto recolectar información acerca de lo que piensas sobre la ciencia y los conocimientos científicos. No existen respuestas correctas o incorrectas, sino que sólo se desea conocer su opinión sincera sobre cada frase. Por favor lea atentamente cada frase y señale con una equis (X) así: TA si está TOTALMENTE DE ACUERDO, A si está DE ACUERDO, NS si NO ESTÁ SEGURO, D si está en DESACUERDO y TD si está TOTALMENTE EN DESACUERDO.

TA = Totalmente de acuerdo
está seguro

A = De acuerdo

NS = No

D = Desacuerdo

TD = Totalmente en desacuerdo

	TA	A	NS	D	TD
1. Dos personas ante los mismos datos y hechos pueden hacer observaciones diferentes					
2. Existen diferentes formas de dar solución a los problemas que el profesor propone en las clases y a los problemas que nos presentan los libros.					
3. Los conceptos científicos pueden y deben ser aplicados para explicar e interpretar situaciones y problemas de la vida diaria.					
4. El trabajo en grupo es mucho más productivo para el aprendizaje y la producción de conocimiento que el trabajo individual.					
5. Los obstáculos y las dificultades que se encuentran al realizar una tarea o solucionar un problema en clase de ciencias no son causas suficientes para abandonar el trabajo y preferir preguntar al profesor.					
6. El estudio de las ciencias naturales puede ser mucho más agradable que el estudio de las otras asignaturas.					
7. Cuando se soluciona un problema en clase de ciencias, es conveniente reunir otros datos diferentes a los dados por el problema y a los solicitados por él.					

5.1.2 *Cuestionario de indagación de ideas previas y valoración de habilidades en la Resolución de Problemas.*

Este cuestionario es una adaptación al test sobre resolución de problemas diseñado en el proyecto Comenius, el cual tiene como finalidad principal el intercambio de experiencias educativas entre profesores de diferentes países. Este proyecto es liderado por el Colegio de Educación Especial Vallecas y el test original, se encuentra disponible en la página Web EducaMadrid. (Recuperado el 14 de marzo de 2010, desde <http://www.educa.madrid.org/web/cpee.vallecas.madrid/>).

En la primera parte del cuestionario, se indaga por las ideas o percepciones que tienen los estudiantes sobre los problemas y los procesos para solucionarlos. La primera pregunta, específicamente hace alusión a la percepción de problema que tienen los estudiantes; por otra parte, a partir de la segunda pregunta, se miran los procesos (“heurísticos”) o pasos que seguía el estudiante para dar solución a la situación problemática planteada.

En la segunda parte, el estudiante auto-valorar sus habilidades y comportamientos cuando se enfrenta a una situación problemática. Este aspecto tiene gran relevancia, ya que el comportamiento y la persistencia del estudiante al enfrentarse a un problema pueden ser un factor determinante en el proceso de resolución.

En cuanto a la primera pregunta de ésta parte del test, se indaga por la percepción (en general) que los estudiantes tienen de problema y cómo se siente cuando se enfrentan al mismo.

En la segunda pregunta se les formula una situación problemática sencilla que se relaciona con los contenidos que se están trabajando en la clase de ciencias. A partir de dicha situación, surgen cinco preguntas:

En la pregunta a. se indaga por la identificación la existencia de un problema por parte del estudiante

Finalmente las pregunta b. c. d. y e. hacen alusión a la construcción o el seguimiento de una estrategia que le permita al estudiante dar solución al problema formulado, es decir a través de estas preguntas se busca identificar si el estudiante hace uso de herramientas heurísticas durante el proceso de resolución.



**FACULTAD DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CUESTIONARIO DE IDENTIFICACION DE IDEAS PREVIAS EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS**

Este instrumento ha sido diseñado con el objeto de conocer lo que piensas sobre la resolución de problemas y valorar tus habilidades en la resolución de los mismos.

El test está dividido en dos partes; la primera parte consiste en una serie de preguntas abiertas en las cuales darás a conocer lo que piensas sobre la resolución de problemas; mientras que en la segunda parte vas a valorizar tus habilidades en la resolución de problemas. No existen respuestas correctas o incorrectas, tan sólo se desea conocer tu opinión sincera sobre cada una de las siguientes preguntas. Por favor lee atentamente cada pregunta.

PARTE 1. ¿Qué piensas sobre la resolución de problemas?

1. ¿Cómo te das cuenta que tienes un problema? ¿Cómo te sientes cuando te debes enfrentar a un problema?

2. Lee la siguiente situación:

Martha, la amiga de Laura fue al supermercado y compró una oferta de legumbres secas y cinco paquetes de harina de maíz. Al abrirlas para utilizarlas, encontró unos insectos diminutos dentro de las bolsas de nylon. Ante esta situación, Martha preocupada le pregunta a Laura ¿Cómo se metieron esos insectos allí, si los alimentos estaban herméticamente sellados? ¿Cómo es que al empacar los alimentos no se dieron cuenta que habían insectos?. Laura necesita que le ayudes a resolver esas preguntas.

a. ¿Crees que esto es un problema para Laura? ¿Por qué?

b. Para responder a las preguntas de Martha ¿Qué le recomendarías a Laura que haga primero?

c. ¿Qué pasos debe seguir Laura para solucionar dicho problema?

d. Al leer la situación y las preguntas de Martha ¿pensaste en diferentes soluciones? ¿Cuáles?

e. ¿Cómo elegirías la solución adecuada para resolver los interrogantes de Martha?

PARTE 2. ¿Eres bueno resolviendo problemas?

Contesta las siguientes preguntas y valora tus habilidades en la resolución de problemas. Lee atentamente cada una de las frases y marca con una X la respuesta más adecuada a tu comportamiento así: **1 = nunca, 2 = raramente, 3 = casi siempre, 4 = siempre.**

¿Con cuanta frecuencia tengo estos comportamientos?	1	2	3	4
1. Cuando tengo un problema me paro a pensar en ello.				
2. Afronto los problemas pacientemente considerando todas sus partes				
3. Me resulta fácil encontrar soluciones inteligentes a mis problemas.				
4. Cuando tengo una solución antes de llevarla a cabo, pienso qué es lo que pasará después.				
5. Puedo encontrar soluciones a problemas que al principio me parecían imposibles de resolver.				
6. Cuando algo no sale bien ya sea en clase o en mi entorno intento entender por qué.				
7. Ante un problema por lo general estoy nervioso e impaciente.				
8. Para resolver una situación difícil, preparo un plan estratégico y particular.				

5.1.3 Cuestionario de indagación de ideas previas frente al tema de Genética.

Este cuestionario consta de 8 preguntas a través de las cuales se busca conocer las ideas o los conocimientos que tienen los estudiantes frente al tema de genética y de la herencia.

A pesar de que el tema de esta investigación se centra específicamente sobre la manipulación genética, en este instrumento se incluyen cuestiones relacionadas con la herencia, ya que es necesario conocer el nivel de comprensión que tiene el estudiante frente a los factores de la herencia antes de introducir la temática de interés (manipulación genética). Frente a este aspecto, Ayuso y Banet (1995 y 2002) en sus trabajos señalan que el aprendizaje y la comprensión de los temas que aborda la genética moderna dependen en gran medida del entendimiento que haya tenido el estudiante frente a la genética de la herencia. Ambos señalan que factores como el conocimiento de la localización de la información hereditaria, la transmisión de la herencia biológica y los cambios en la información hereditaria, contribuyen a la comprensión de la genética que se proyecta al futuro.

Habiendo aclarado esto, se procede a ampliar la información del cuestionario. Como se había mencionado antes, se retoman algunas preguntas de otras investigaciones para tener la posibilidad de triangular la información obtenida. Los trabajos de los que fueron extraídas las preguntas son:

Ibáñez (2004) las preguntas 1, 2, 3. Quien al mismo tiempo cita a Wood-Robinson y otros (1998) y a Banet y Ayuso (1995).

En la pregunta 1 se evalúa el conocimiento de la ubicación de la información genética y la relación o la jerarquización de misma a nivel celular. En la pregunta 2 se hace una comparación entre la herencia biológica y las características adquiridas por el ambiente. Finalmente en la pregunta 3 se revisa el conocimiento frente a la herencia de caracteres de padres a hijos; adicionalmente en la segunda parte de esta pregunta, de

forma simultánea se evalúa la generación de argumentos a partir de la respuesta proporcionada.

La pregunta número cuatro, hace parte de una situación formulada en las pruebas ICFES y en ésta, se evalúa la competencia para explicar fenómenos. (Recuperado el 10 de Marzo de 2010 desde <http://www.mineducacion.gov.co/proyectos/1737/article-194702.html>). Es decir, en este caso se evalúa un aspecto conceptual soportado en un argumento o una justificación.

Las preguntas 5 y 8 son propuestas por las autoras de este trabajo. En estas preguntas, se retoma la idea de la herencia, pero se plantea de forma abierta, para valorar al mismo tiempo los procesos explicativos y argumentativos de los estudiantes, además de un manejo del lenguaje de las ciencias. En la pregunta cinco se pretende que el estudiante de a conocer su creencia sobre el origen de la información genética; es decir, de donde proviene y a través de qué se transmiten las características hereditarias. Mientras que en la última se busca saber que conocimientos tienen los estudiantes sobre la manipulación genética.

La pregunta 6 se adecuan de los talleres propuestos en un libro de texto de Ciencias Naturales (Portal de la Ciencia 8, 2006). Al igual que en el caso anterior es una pregunta semi abierta, en la cual el estudiante deberá seleccionar u justificar la opción correcta para dar solución a una situación problémica formulada.

Finalmente, la pregunta número 7 hace parte de un instrumento de indagación de ideas previas elaborado por Bartolomé (2009), a través de esta se busca conocer las ideas que tienen los estudiantes con respecto a algunos conceptos claves de la genética moderna, además indaga por los medios de adquisición de dichas nociones.



**FACULTAD DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CUESTIONARIO PARA IDENTIFICACIÓN DE IDEAS PREVIAS FRENTE AL TEMA DE
GENETICA**

El cuestionario que se presenta a continuación, es un instrumento que tiene por objeto indagar las ideas que tienes con respecto a la genética y la herencia de caracteres. No existen respuestas correctas o incorrectas, tan sólo se desea averiguar los conocimientos que tienes sobre este tema. Por favor **lee con atención y responde sinceramente cada cuestión**

1. En el siguiente cuadro tienes recogidos diferentes seres vivos. Responde Si, No, D (No estoy seguro), NS (no lo sé), a las cuestiones que se plantean.

	¿Tienen células?	¿Tienen cromosomas?	¿Contienen información genética?
Arboles			
Mamíferos			
Bacterias			
Insectos			

2. A continuación se presentan algunas características humanas que determinan y distinguen a un ser humano. Clasificalas según si estos caracteres los poseemos porque:

1. Son caracteres hereditarios
2. Son caracteres hereditarios fundamentalmente, aunque también puede influir algo el medio ambiente
3. No estoy seguro de la respuesta
4. Fundamentalmente dependen del medio ambiente, aunque también influye algo la herencia
5. Dependen sólo del medio ambiente

Caracteres	1	2	3	4	5
Color de ojos					
Color de piel					
Peso					
Calvicie					

3. Una pareja en la que el color de los ojos del hombre y la mujer son claros (café), ¿pueden tener un bebé de ojos azules?

- a. Es prácticamente imposible
- b. Ocurre a veces

c. No estoy seguro de la respuesta

He elegido una de esas respuestas basándome en estas justificaciones

1. Los padres son de ojos claros, pero también pueden llevar información hereditaria de ojos azules
 2. Aunque los padres sólo llevan información hereditaria del color de ojos café, puede haber algún antepasado en la familia (abuelos, bisabuelos...) que tuvieran ojos azules
 3. La información de los padres es la correspondiente a ojos castaños, por eso el bebe debe tener ojos claros como los padres
4. “Los gemelos idénticos tienen la misma información genética por que provienen del mismo ovulo fecundado que se dividió en dos para dar lugar a dos seres”

Juan cree que esto no es cierto porque él conoce a unas gemelas que se parecen físicamente, pero que tiene maneras de ser muy diferentes. Un argumento que le puedes dar a Juan para explicar porqué es posible esa diferencia en las gemelas idénticas es que la información genética:

- a. No es igual, porque el ovulo fecundado se dividió en dos y la información quedó dividida después de la fecundación.
 - b. Cambia durante el desarrollo de la persona, por eso al crecer no tienen la misma información que compartían
 - c. La información genética es igual, pero la personalidad es una característica influenciada por el ambiente. Por esto son idénticas, pero al mismo tiempo diferentes
 - d. No sabría explicar esto a Juan
5. ¿A través de qué se transmiten las características hereditarias? Explica cómo se da dicha transmisión
-
-

6. En las películas policíacas en las cuales se presentan casos de asesinato, generalmente los indicios que delatan al asesino, están relacionados con los descubrimientos y las investigaciones de la medicina forense. En la escena del crimen ¿cuáles de las siguientes conclusiones consideras puede dar información que permita corroborar que el sospechoso es el asesino?
- a. Verificando la forma en la que la víctima muere. Por ejemplo: La víctima no murió por ahogamiento, sino por un golpe que recibió en la cabeza. Explica por qué
-
-

b. Al revisar las uñas de la víctima se encuentran muestras de piel que permiten confirmar que el sospechoso es el asesino. Explica por qué

c. Verificando el tiempo que lleva la víctima muerta. Explica por qué

7. ¿Has oído hablar de los siguientes términos?

- | | | |
|-------------|---------|---------|
| ✓ MUTACIÓN | Si ____ | No ____ |
| ✓ CLONACIÓN | Si ____ | No ____ |
| ✓ GENOMA | Si ____ | No ____ |
| ✓ GEN | Si ____ | No ____ |
| ✓ ADN | Si ____ | No ____ |

a. En los casos en los que tu respuesta fue afirmativa, trata de dar una breve definición

b. ¿Dónde has oído hablar de cada uno de estos términos?

8. Define con tus propias palabras lo que entiendes o lo que conoces sobre la ingeniería genética, la manipulación genética, la terapia génica y la transgénesis

5.1.4 Cuestionario de indagación del nivel de argumentación

Este cuestionario consiste en el análisis de una situación en la que se presentan algunas posiciones frente a la producción de alimentos transgénicos. La lectura y las preguntas relacionadas con el mismo, son una adaptación de las actividades propuestas por Ibañez (2004) en su trabajo doctoral.

De las actividades propuestas por Ibañez (2004), se selecciona la lectura titulada “Los alimentos transgénicos a juicio”, debido a que se relaciona con la temática de interés de esta investigación y además puede trabajarse dentro del contexto en el que se encuentra el estudiante. De esta lectura se formulan tres preguntas, a través de las cuales se considera será posible valorar la argumentación en los estudiantes, teniendo en cuenta lo propuesto en el esquema argumental de Toulmin (Justificación, Fundamentación y Conclusión)



**FACULTAD DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DEL NIVEL DE ARGUMENTACIÓN**

El cuestionario que se presenta a continuación, es un instrumento que tiene por objeto identificar tus habilidades y destrezas argumentativas. A continuación se te propone una lectura y tres preguntas que se relacionan con la misma. Finalmente, se formulan cinco preguntas adicionales en las cuales valoraras la importancia que tiene la argumentación en tu vida. No existen respuestas correctas o incorrectas, tan sólo se quiere tener conocimiento sobre tu nivel de argumentación. Por favor **lee con atención y responde sinceramente cada cuestión.**

Lee con detenimiento el documento que se propone a continuación:

LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS A JUICIO

Germán Alonso Vélez de la Fundación Swissaid en Septiembre de 1999 nos informa que Colombia se ha iniciado en la Revolución Genética, “¡estamos comiendo alimentos transgénicos sin siquiera sospecharlo!”.

En enero de 1999, Greenpeace Internacional realizó un análisis genético del maíz que estaba importando Colombia, proveniente de un barco que desembarcó en el Puerto de Santa Marta. Los análisis se realizaron en los laboratorios del Departamento de Ecología y Biología Molecular del Ministerio del Medio Ambiente de Austria. Los resultados muestran que el maíz importado contiene un alto porcentaje de maíz transgénico con el gen del *Basillus thuringensis*. En ese entonces, para muchos fue la primera vez que oían hablar de ello. Los seres vivos transgénicos son aquellos que, de forma artificial, llevan genes que pertenecen a otras especies. Esa soja, en especial, llevaba el gen de una bacteria que le permitía resistir a herbicidas utilizados para acabar con las malas hierbas.

Desde los años 70 y 80 se vienen utilizando bacterias transgénicas que llevan genes extraños gracias a lo cual obtenemos hormonas como insulina, anticuerpos y otras sustancias que necesitamos. Esas bacterias se han convertido en microscópicas fábricas al servicio de la humanidad. Ahora se están creando animales y plantas transgénicos y la razón de que ciertos grupos estén preocupados se debe a que esos animales y plantas van a ser nuestro alimento.

En la actualidad hay muchos productos transgénicos, la mayoría ya están siendo comercializados, y muchos otros están en proyecto: manzanas, maíz, soya, papa, tomates y lechugas resistentes a plagas; soya resistente a herbicidas; tomates y melones más duraderos; café con menos cafeína... En cuanto a animales, hay ovejas cuya leche libera α -antitripsina, proteína que necesitan algunos enfermos; vacas cuya leche es más parecida a la materna por contener α -lactoalbúmina; salmones gigantes... También se están creando ratones con genes humanos para utilizarlos en estudios de enfermedades humanas (por ejemplo, el SIDA), y cerdos cuyos órganos puedan ser utilizados en trasplantes.

A simple vista todo son ventajas. Pero no todos lo tienen claro. Los riesgos de consumir alimentos transgénicos son hipotéticos y difíciles de evaluar, pero se están comercializando alimentos que nunca antes han existido y que no sabemos cómo pueden actuar en nuestro organismo. ¿Qué peligros potenciales pueden suponer estos seres vivos transgénicos? :

- ✓ Nuevas enfermedades: muchas plantas transgénicas llevan genes bacterianos que tienen la capacidad de intercambiar información con otras bacterias, ¿y si intercambiasen información con las bacterias de nuestro intestino?, ¿y si esa información transformase nuestras bacterias simbiotas en patógenas?
- ✓ Reacciones alérgicas e intoxicaciones: un gen de la nuez del Brasil que llevaba una planta de soja ha provocado reacciones en personas alérgicas a ese fruto.
- ✓ Nuevas plagas: las plantas transgénicas resistentes a herbicidas y a insectos podrían hibridar (unirse) con plantas silvestres, que pueden ser malas hierbas, convirtiéndose en verdaderas plagas.
- ✓ Desastres ecológicos: además de las nuevas plagas, las plantas transgénicas pueden desplazar a las plantas del lugar rompiendo el equilibrio del ecosistema. Entre otros seres vivos del ecosistema, las abejas polinizadoras podrían verse afectadas por las toxinas de algunas plantas transgénicas.

Nosotros, los consumidores, debemos sopesar si el peligro es hipotético o real y actuar de forma responsable.

Adaptación de: Ibañez (2004)

1. Responde las siguientes preguntas con base en la lectura realizada:

a. En el supermercado, ¿Comprarías tomates transgénicos más duraderos y lustrosos o tomates normales?, ¿Por qué?

b. ¿Qué ventajas o inconvenientes encontrarías en consumir carne de una variedad de vaca resistente a ciertas enfermedades por tener incorporado el gen de un antibiótico?

c. En una tienda veterinaria, se vendía una mascota muy particular llamada Misly, era en parte perro, gato y oso perezoso. Su apariencia era extraña, su precio era muy alto y sólo había un espécimen. ¿Crees que es ético crear mascotas mezclando especies?, ¿Qué tipo de problemas podría presentar este tipo de mascotas?

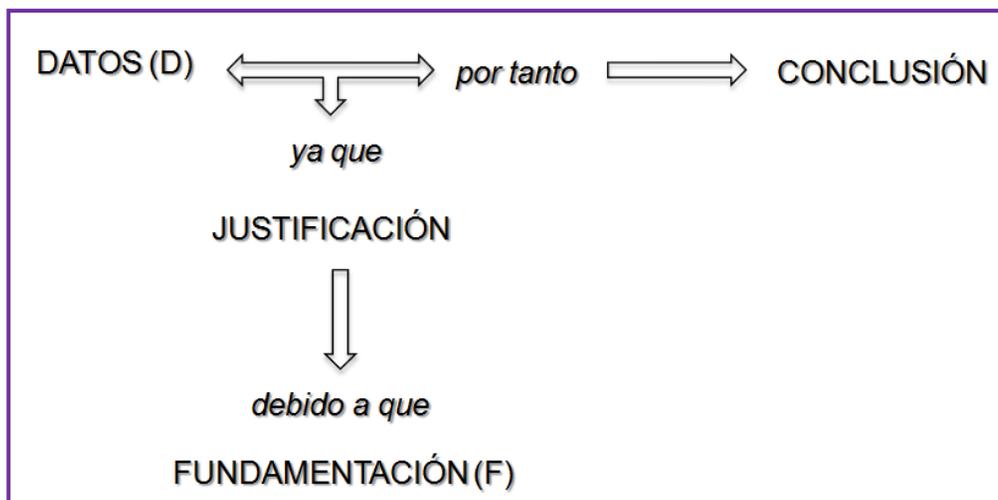
6. SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la sistematización de la información, se hará uso de redes sistémicas y matrices. El uso de cada una de éstas dependerá del instrumento.

Por otra parte, para el análisis de la misma, se harán triangulaciones de los resultados obtenidos con los de otras investigaciones, además de triangular las observaciones hechas por los investigadores. De esta forma se busca dar mayor soporte a los análisis y conclusiones que deriven de la investigación.

Por último, para el análisis de las situaciones problémicas propuestas en la guía de actividades, se empleará como base el Modelo Argumental de Toulmin (1993), el cual se ha modificado para identificar algunos elementos básicos en los argumentos de los estudiantes (Figura.)

Figura 5.
Elementos retomados del MAT



Adicionalmente se tienen en cuenta las características (Cuadro 1) halladas por Henao (2010), en las cuales se propone la valoración de la pertinencia, suficiencia,

necesidad, coherencia y lo adecuado de la información empleada por lo estudiantes en sus argumentos o en este caso, en las respuestas que dan a las situaciones planteadas, de las cuales se revisan específicamente los datos², las conclusiones o las soluciones que dan a la situación, además de las justificaciones y fundamentos que dan soporte a las respuestas de los estudiantes, teniendo en cuenta que “de ningún modo la calidad del argumento es una cuestión sumativa” (Lemke, 1997. Citado por Henao, 2010 p. 236).

Cuadro 1.

Cualidades que caracterizan los elementos del MAT, los matices o niveles que puede presentar cada descripto y las convenciones para la descripción. Tomado de Henao, 2010 (p. 237)

Nivel Cualidad		Notable		Media/Parcial		Baja/Ausente	
Pertinencia	P	La información viene al caso, es oportuna o concerniente	p	Una parte de la información viene al caso o es concerniente al mismo	pp	La información no se ajusta al caso	np
Suficiencia	S	La información es óptima. Atiende lo requerido	s	Una parte de la información atiende a lo requerido	ps	La información no es optima, no atiende a lo requerido	is
Necesidad	N	La información es relevante, imprescindible, conveniente o muy útil	n	Una parte de la información es relevante imprescindible conveniente o útil	pn	La información es superflua o irrelevante	in
Coherencia	C	La información es muy concordante o tiene relación	c	Sólo una parte de la información es concordante o	pc	La información no tiene relación con la del	ic

² Los cuales en general son los suministrados en las situaciones problémicas.

		explicita con la del componente en cuestión		hay relación implícita con la del componente en cuestión		componente en cuestión	
Adecuada	A	Desde el punto de vista disciplinar, la información es apropiada – precisa, completa y actualizada	a	Desde el punto de vista disciplinar, solo una parte de la información es apropiada	pa	La información no es apropiada desde el punto de vista disciplinar	ia

Para finalizar, teniendo en cuenta estas características, se pretende igualmente identificar en las respuestas de los estudiantes algunos heurísticos básicos de resolución que fueron previamente trabajados con el grupo de estudiantes y que se describen a continuación.

Cuadro 2.

Algunos de los heurísticos que se considera pueden ser empleados por los estudiantes durante el proceso de resolución y sus características.

HEURÍSTICO	DESCRIPCIÓN DEL HEURÍSTICO
<p><i>Planteamiento Cualitativo: Reformulación y Reconocimiento del Problema</i></p> <p>Reescriba el problema en sus propias palabras ¿Qué le está pidiendo el problema? ¿Qué información adicional conoce que cree le puede ayudar a solucionar el problema? ¿Qué clase de disciplina (es decir, área de conocimiento como las ciencias sociales, ciencias naturales, español, etc.) le permite solucionar el problema?</p>	<p>Este heurístico hace alusión al nivel de representación que tiene el estudiante, es decir a la forma en la cual reformula o reescribe el problema para la comprensión de la situación problémica formulada. De esta forma, el estudiante identifica las partes importantes del problema que le permitirán “determinar los datos necesarios para la resolución del problema” (Ibáñez, 2004).</p>

<p>¿Qué información no conoce que debe saber? ¿Dónde va a encontrar esa información?</p>	
<p style="text-align: center;"><i>Elaboración de Hipótesis y Estrategias de Resolución</i></p> <p>Búsqueda de patrones análogos ¿Qué deducciones puede hacer? ¿Se puede plantear el problema a de otra forma? ¿Conoce situaciones similares a la que se propone? ¿Qué otras preguntas pueden surgir en el proceso de resolución? ¿Qué acciones va a emprender para obtener la respuesta? ¿Explique los pasos que siguió, para dar respuesta al problema</p>	<p>Este heurísticos se relaciona con la emisión y formulación de preguntas que permitan acercar al estudiante a la situación ya que como afirma García (1998) “son las hipótesis a la luz de la visión cualitativa del problema, las que determinan lo que debe considerarse ‘datos’ necesarios para su resolución” (p. 127). Adicionalmente el desarrollo de estrategias de resolución permite la selección de elementos que permitan contrastar las hipótesis con los resultados obtenidos al final.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Regulación de soluciones y procesos</i></p> <p>¿Cómo te das cuenta que resolviste el problema? ¿Está seguro que la respuesta que está dando al problema es pertinente? ¿Cuáles fueron sus ideas o los pasos más exitosos? ¿Dónde cometió errores? ¿Hay otra forma de resolver el problema?</p>	<p>Este heurístico permite la autovaloración del uso de la información o los datos que da el problema, de la forma cómo fueron interpretados y la presentación de los resultados (Ibáñez, 2004).</p>

7. METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA

Para el abordaje de la temática de interés se tienen en cuenta los resultados obtenidos en los cuestionarios de indagación de ideas previas (Ver resultados y análisis Parte I). No obstante se quiere dejar en claro que no se propone el desarrollo de ciclos didácticos para trabajar los temas ya que no se quiere que los resultados de la investigación se enfoquen en la posible validez y el desarrollo de los mismos.

Los temas y los contenidos son expuestos por el docente pero en el desarrollo de las clases, se sugiere la interacción con el estudiante, para que el estudiante sea participe en la construcción de su conocimiento, es decir, no se trata solamente de dictar y llenar el tablero, se pretende que el estudiante participe, pregunte, imagine y proponga situaciones que permitan dar fluidez al desarrollo de los contenidos. En este mismo sentido, se debe aprovechar el nivel y la edad de los estudiantes, ya que aún son curiosos y en algunas ocasiones se sorprenden frente a lo que observan.

Por otra parte una de las condiciones para el trabajo en el aula es que al estudiante se le debe dar la oportunidad de preguntar y además merece ser respetado tanto por sus compañeros como por el docente, ya que en la formulación de una pregunta se pueden solucionar dudas, cambiar ideas erradas o evidenciar la evolución en el proceso de aprendizaje, tratando de que al mismo tiempo el estudiante construya explicaciones y predicciones (uno de los procesos formativos recomendado por el MEN) a través de la apertura de espacios en los que el estudiante pueda interpretar escritos, describir situaciones, identificar las características pertinentes para el análisis de un problema, de una situación o de un fenómeno, además plantear, argumentar y porqué no, contrastar hipótesis. Para esto se contó con recursos como lecturas y trabajos que se relacionan con el análisis y el estudio del entorno.

Para el trabajo sobre la resolución de problemas se les pidió a los estudiantes que de forma individual buscaran en su barrio o en su casa alguna situación que

identificaran como problemática, además de sugerir algunas posibles soluciones al mismo (ANEXO 6). Adicionalmente, las actividades y talleres propuestos son un complemento a las explicaciones que se dan en la clase.

Entre las actividades para el trabajo de la resolución de problemas se propuso el trabajo con dos situaciones problemáticas retomadas del libro de la docente y bióloga María Pilar Jiménez Aleixandré y otros, publicado en el año 2009. Este libro es el resultado de sus trabajos en el proyecto RODA desarrollado en la Universidad de Santiago de Compostela.

Una de las situaciones problemáticas se relaciona con la influencia de las fases de la luna en el crecimiento de las plantas (ANEXO 3), una situación que resulta ser familiar a los estudiantes ya que se fundamenta en la creencia de nuestras abuelas en que las fases de la luna influyen en el crecimiento de las plantas.

Otra de las actividades retomada de Jiménez (2009) es la titulada “¿Es este el cuerpo de Copérnico?” (ANEXO 4). A través del desarrollo de la misma es posible relacionar la temática de resolución de problemas con los contenidos de genética que se van a trabajar posteriormente. Ésta además de ser una actividad de motivación, representa la problematización de una situación real, que aunque parece estar muy alejada del contexto de los estudiantes, se constituye en uno de los avances científicos más empleados a nivel mundial para la identificación de cuerpos, de criminales e inclusive en la identificación de parentescos entre los individuos de una sociedad.

En este sentido, Guache en su artículo titulado “*La enseñanza problemática de las ciencias naturales*”, lista algunas formas de presentación de las contradicciones del contenido de enseñanza de las ciencias naturales para la creación de situaciones problemáticas. Entre estas se incluyen “las situaciones basadas en la apreciación de fenómenos y procesos reales, objetivos y observables, que aparentan tener una causa diferente a la verdadera” (p. 4), “situaciones que se originan de una actividad

experimental, cuyos resultados son inexplicables”. Se considera pues, que las situaciones formuladas tienen en cuenta estos elementos.

Por otra parte, las actividades y talleres son socializados en la clase, para que a partir de las respuestas de los estudiantes sea posible desarrollar discusiones en las cuales tendrán que defender las estrategias de resolución empleadas además de las soluciones o posibles respuestas a las situaciones problemáticas. Con estas actividades de socialización, se pone en juego la capacidad de los estudiantes en la producción de argumentos que no sólo convencen al resto de sus compañeros sino que tengan validez también durante el proceso de resolución.

Asimismo se debe tener en cuenta que con la realización de debates, no se debe perder el control de la clase. Esto equivale a un proceso de formación del estudiante en el cual debe saber cuándo hablar y respetar a sus demás compañeros escuchándolos y permitiéndoles hablar, o en este caso, defender sus propuestas.

Por otro lado, para el trabajo de la genética, apoyados en los resultados obtenidos en el instrumento de indagación de ideas previas (Ver Resultados y Análisis Parte I), se inicia con un repaso sobre la célula y división celular para luego dar paso a la genética de probabilidades (Genética Mendeliana) y finalmente introducir algunos aspectos generales relacionados con la genética molecular, en la cual se presentan las características del ADN, las proteínas y las enzimas. Luego de aclarar las dificultades que se pueden presentar en el desarrollo de los contenidos temáticos, se entrega a los estudiantes que hacen parte del estudio de caso, una guía de actividades para la Introducción a la Manipulación Genética llamada “Los tuyos, los míos y los nuestros: ¿Qué pasa con nuestros genes?” (ANEXO 1), en la cual se propone el trabajo de seis situaciones problemáticas cualitativas y abiertas (García, 1998) a través de las cuales se analizan los heurísticos empleados por los estudiantes durante el proceso de resolución, la argumentación y la posible evolución del conocimiento conceptual de los estudiantes que hacen parte del caso.

La guía es el objeto principal de análisis de la investigación ya que hace parte de la aplicación que se le da al trabajo realizado de la introducción de conocimientos y en la que será posible evidenciar la existencia de cambios o no en la construcción de argumentos, en el conocimiento conceptual y en el proceso de resolución de problemas (a través del uso de heurísticos). De ahí la selección y el trabajo con la temática de manipulación genética ya que puede atraer la atención del estudiante y motivarlo al trabajo de la misma. En este sentido García (1998), cita a Gil y Ramírez (1992) quienes afirman que se

debe evitar que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora y considerar cual puede ser el interés de la situación problémica abordada, antes de proponerla a los estudiantes. Puede darse el caso que la situación problémica no esté dentro del campo de interés de los estudiantes, cuando sucede esto hay que hacer un trabajo previo de intensificación de sus campos e interés y por lo tanto de sus motivos de aprendizaje (p. 119).

Para finalizar, se aclara que para la construcción de argumentos no se hicieron explícitos los pasos o las partes propuestas en el modelo argumental de Toulmin (M.A.T). En este caso, para el trabajo sobre la argumentación se cuenta con el modulo creado por la profesora Elena Escudero llamado “la argumentación: cómo crear buenos argumentos y cómo detectar falacias” (ANEXO 5) en la cual se presenta no sólo la importancia que adquiere la argumentación en cualquier ámbito de nuestras vidas, sino que también se muestran las diferentes formas o los diferentes medios que permiten la construcción de un argumento; el cual sirvió como material de apoyo. A pesar de no hacerse explicito el MAT (Modelo Argumental de Toulmin), las respuestas de los estudiantes se analizan a través de dicho modelo, para identificar qué elementos de este son tenidos en cuenta por los estudiantes como la justificación, los fundamentos y la conclusión. Asimismo, como complemento al análisis de los mismos se cuenta con el modulo de Escudero, a través del cual será posible identificar otros elementos tenidos en cuenta por los estudiantes durante la argumentación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

PRESENTACIÓN

El análisis de los resultados se presenta en dos partes. En la primera parte, se exponen los resultados obtenidos y el análisis de los instrumentos de indagación de ideas previas frente a la resolución de problemas, la genética y la argumentación. El análisis realizado a estos instrumentos, permitió el desarrollo de actividades que facilitaron la introducción de nuevos conocimientos, los cuales se relacionan con la guía de actividades para la introducción a la Manipulación Genética llamada “Los tuyos, los míos y los nuestros: ¿Qué pasa con nuestros genes?” (ANEXO 1), la cual es objeto de estudio de esta investigación. En la segunda parte, se sistematizan y analizan las respuestas de los estudiantes a la Guía de Actividades (Introducción a la manipulación genética. Los tuyos los míos y los nuestros: ¿Qué pasa con nuestros genes?).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

PRIMERA PARTE

“Las concepciones alternativas no son algo accidental o coyuntural sino que tienen una naturaleza estructural, sistémica. Son el resultado de una mente o un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido no sólo por las relaciones entre los objetos físicos que pueblan el mundo, sino también por las relaciones sociales y culturales que se establecen en torno a esos objetos”

Pozo (2000)

1. RESULTADOS Y ANALISIS: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Para el análisis de este cuestionario se establecen dos unidades de análisis. Una de ellas se relaciona con la concepción de problema y los procesos de resolución que desarrollan los estudiantes mediante el análisis de una situación problemática. En la segunda unidad se analizan los comportamientos y habilidades de resolución de los estudiantes a través de un cuestionario tipo Likert, cuyas respuestas serán representadas en histogramas y analizadas respectivamente.

1.1 Unidad de análisis 1: Resolución de Problemas

1.1.1 Organización de datos

Cuadro 1.

Respuestas de los estudiantes a las preguntas abiertas formuladas en el instrumento. Los subrayados permiten el establecimiento de las diferentes categorías y subcategorías que se representan en la red sistémica

CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	
Pregunta Estudiantes	<i>¿Cómo te das cuenta de que tienes un problema? ¿Cómo te sientes cuando estas frente a un problema?</i>
E1	Me doy cuenta cuando <u>algo no me cuadra o anda mal</u> , normalmente me siento con ansias de <u>saber qué pasó, de dónde proviene</u> entre otras preguntas y <u>siempre espero alcanzar la respuesta del por qué</u>
E2	Porque las cosas salen mal o <u>hay personas culpándome</u> de algo que no realicé. <u>Me siento relajada si no tengo que ver con este, pero raramente me siento impaciente</u>

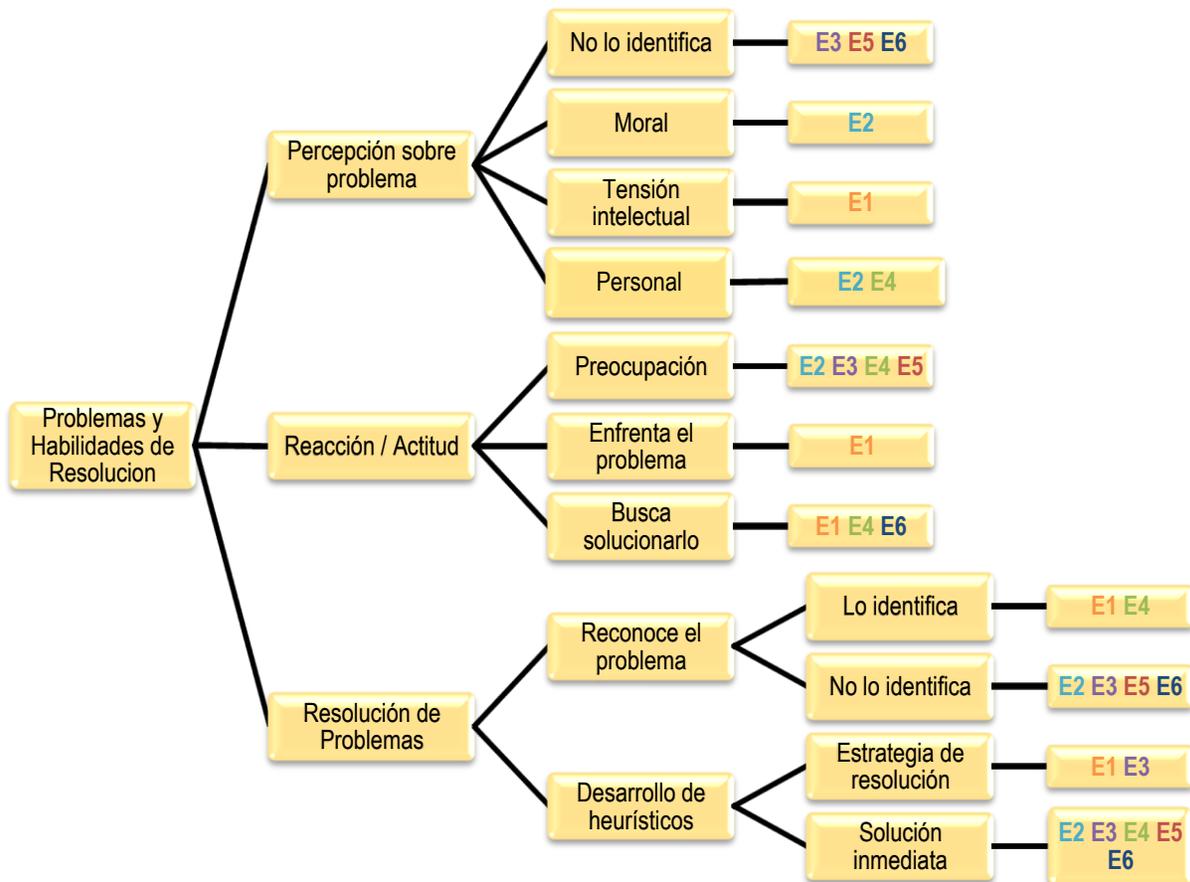
	con ganas de que el problema se acabe rápido
E3	Me doy cuenta <u>cuando las personas empiezan a hablar</u> de ello me siento rara, como <u>incapaz y con muchas dudas acerca del problema</u>
E4	Me doy cuenta porque <u>algunas personas me lo dicen</u> o simplemente yo me doy cuenta por la <u>situación que tengo con alguien</u> . Me siento <u>desesperado trato por solucionarlo</u> con la persona que lo tengo
E5	Me doy cuenta ya que <u>me pongo un poco bajo de ánimo</u> . Me siento muy mal ya que al principio lo veo muy grande, pero sé que tiene solución
E6	Pues cuando alguien viene a hablarme me siento con ganas de dialogar y de enfrentar el problema
	Situación problemática: a. ¿Crees que esto es un problema para Laura? ¿Por qué?
E1	<u>Si</u> , pienso que para Laura es un problema ya que <u>seguramente no sabe la respuesta</u> , así que <u>sugiero que indague el problema y busque la respuesta</u>
E2	<u>Si</u> porque pudo ser que <u>se le olvidó o no prestó atención a lo que estaba sucediendo</u>
E3	<u>No</u> , porque <u>le puede decir a Martha que estos animales pueden aparecer en cualquier bolsa así este sellada</u> .
E4	<u>Si</u> , porque <u>no son fáciles de responder estas preguntas</u> ya que los alimentos están herméticamente sellados
E5	Pues no , ya que el <u>empacar un producto deben de supervisar</u> la caída de algún insecto
E6	<u>Si</u> , porque los insectos pueden producir mal gusto en las legumbres

	b. ¿Qué le recomendarías la Laura que haga primero?
E1	Que <u>indague</u> como sucedieron las cosas, que <u>saque hipótesis</u> y <u>las compare con la situación</u>
E2	Que <u>calme a su amiga</u> y <u>vea que salió mal</u> y <u>porque se formó el problema</u>
E3	Le recomiendo que <u>estudie muy bien la situación</u> para así responder
E4	Que <u>vaya a la tienda</u> donde se las vendieron <u>para que les expliquen</u> lo que pasó para que los insectos entraran allí
E5	Que <u>vaya al supermercado</u> en el que compró las legumbres y <u>las cambie</u>
E6	Que <u>fuera y cambiara</u> ese producto de legumbres
	¿Qué pasos crees que debe seguir Laura para solucionar dicho problema?
E1	Primero <u>revisar las bolsas para comprobar que estaban bien selladas</u> , segundo <u>debe investigar</u> si el problema viene de la fabrica o si pasó otro motivo y circunstancia, <u>analizar e investigar la situación</u> para dar una respuesta y <u>también creando hipótesis</u>
E2	<u>Debe calmar a su amiga</u> , sentarse a <u>dialogar y buscar las razones</u> por la que pasó esto y se creó el problema
E3	<u>Yendo al supermercado</u> y presentar el problema que se tuvo con los alimentos. También <u>pensar en cada uno de los interrogantes</u> para así encontrar las soluciones a estos
E4	<u>Ir a reclamar a la tienda</u> donde le vendieron el producto, decir <u>que se lo cambien por otro</u>
E5	Que <u>observe que bicho es</u> y <u>haga el reclamo</u> en dicho lugar
E6	<u>Dialogando, confirmando</u> etc

1.1.2 Red sistémica

La información almacenada en el Cuadro 1 es analizada con el fin de dar origen a la siguiente red sistémica en la cual se presentan las categorías y subcategorías que se relacionan con las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el instrumento

Figura 6.
Red sistémica en la que se categorizan las concepciones y algunas de las ideas previas de los estudiantes acerca de la Resolución de Problemas



1.1.3 Análisis de resultados

1.1.3.1 Percepción, reacción y actitud sobre problema

Para esta subcategoría, se tienen en cuenta las respuestas de los estudiantes para la primera pregunta del cuestionario. Esta pregunta es muy abierta, por lo tanto, las respuesta de los estudiantes se relacionan con diferentes ámbitos como el personal y el moral.

Como se puede observar dos de los estudiantes E3 y E6 manifiestan que identifican la existencia de un problema cuando alguien más se los hace saber o se los hace ver. Mientras que el estudiante E5 no parece indicar que identifica o reconoce el problema, sólo manifiesta la sensación o el malestar que le puede generar.

Por otra parte, el estudiante E2 toma el problema como algo moral y personal, ya que incluye el término 'culpa' en su explicación y al igual que en el caso del estudiante E4 el 'otro' parece jugar un importante papel en la existencia de un problema.

Finalmente, para el estudiante E1 un problema es algo que parece generar tensión intelectual, ya que se refiere a éste como "*algo que no le cuadra o anda mal*". En el caso de este estudiante, su respuesta no parece estar dada desde lo personal, sino que incluye aspectos que pueden ser de otros ámbitos como el académico, por ejemplo.

La pregunta anterior, se relaciona también con la actitud o la forma en la que los estudiantes reaccionan o se sienten cuando se encuentran con un problema. En este caso para los estudiantes E2, E3 y E5 un problema resulta ser preocupante, lo que se deriva en actitudes como la incapacidad, la impaciencia, la ansiedad y el desespero por no tener una solución 'rápida' al mismo. Cuando se hace alusión a una solución 'rápida' el estudiante E5 manifiesta inicialmente que el problema parece ser imposible de solucionar o es "*muy grande*" pero posteriormente se puede solucionar. En este sentido,

Alonso y otros (1988) afirman que no siempre la ansiedad es mala, por el contrario puede generar la necesidad de organizar las ideas que le permitan dar solución al problema, no obstante cobra gran importancia el acompañamiento del maestro para dar seguridad al estudiante en la toma de decisiones ayudándole al estudiante a salir del conflicto emocional en el que se encuentra para que pueda iniciar sin problema el proceso de resolución, esto con el fin de evitar que la ansiedad alcance un punto tal que se pierda la orientación frente a la situación.

Para E4, las características anteriores son similares, se diferencia de los demás estudiantes en que a pesar de la preocupación busca solucionar el problema. En este sentido, la ansiedad, la impaciencia y el desespero, son sensaciones que pueden llegar a generar ‘bloqueos’³ que conduzcan al abandono por no saber cómo seguir. Estas situaciones, con frecuencia no les permiten visualizar o pensar en una posible y por qué no, pronta solución al problema, se considera pues que el estado de ánimo y la actitud o el sentir del estudiante pueden influir significativamente al momento de buscar soluciones a una determinada situación problémica. Aun así, Alonso y otros (1988) afirman que los niños permanecen poco tiempo en ese estado ya que hay casos en los cuales surge la necesidad de salir de esa situación lo que puede conducir al análisis detallado de la situación

Contrario a los casos anteriores, E1 se enfrenta al problema al afirmar que siente *“ansias de saber qué pasó, de dónde proviene y encontrar una respuesta”* estas actitudes resultan ser apropiadas para solucionar un problema, ya que no van a representar un ‘obstáculo’ como en el caso anterior, aunque si el estudiante no sabe seleccionar la información que le permita dar respuesta a los interrogantes que se formula, igualmente se corre el riesgo de no llegar a la solución correcta de la situación dada. Aun así, vale la pena aclarar que en la resolución de problemas lo importante no

³ Los bloqueos son definidos por Waisburd (1996) como aquellos obstáculos que impiden la expresión, la comunicación, la experimentación y la creación. En el caso de los bloqueos cognoscitivos, hay problemas de memorización, de enfoque, de claridad, hay además confusión, falta de fluidez y de secuenciación lógica. En este sentido, debido a la inseguridad o por miedo a sentirse incapaz, el individuo pierde la habilidad de adquirir nuevos conocimientos.

es tanto si la solución a la que se llega es pertinente sino que se centra en el proceso de resolución.

Finalmente el estudiante E6 dice enfrentarse al problema, no obstante a diferencia del estudiante E1 no explica cómo o qué lo llevaría a enfrentarse al mismo. Por lo tanto se asume que éste estudiante busca solucionar el problema, más no tiene claro cómo 'enfrentarse' a él. Es por esto, que basándonos en Garret (1989), podemos decir que lo que realmente busca es resolver el problema para obtener una solución, y las soluciones no siempre son posibles. En cambio, si se enfrentara a la situación dada, va a realizar procedimientos y actividades cognitivas procesando así la información, con el fin de resolver finalmente el problema, ya que esto es un acto productivo que conlleva a pensar creativamente y de forma más abierta.

1.1.3.2 *Situación problémica*

En el caso anterior, la pregunta resulta ser muy abierta, esto con el fin de determinar la concepción del estudiante frente al término problema. No obstante, para analizar sus ideas previas frente a la resolución de problemas es importante la formulación de una situación, en la cual el estudiante pueda identificar y dar solución a un problema enmarcado en las ciencias.

De la situación formulada se revisan dos partes, la identificación del problema y el desarrollo de heurísticos o estrategias de resolución.

a. Reconocimiento del problema

Para esta subcategoría se analizan las respuestas de las preguntas a y b, en las cuales el estudiante tiene la oportunidad de expresar la identificación de la situación como un problema.

Los estudiantes E1 y E4 logran identificar el problema como la dificultad o el desconocimiento de la situación y de las respuestas a los interrogantes formulados. Aunque es bueno mencionar que E1 sugiere que se indague el problema y se busque la respuesta a través de la formulación de hipótesis.

Mientras que los estudiantes E2 y E6 afirman que la situación representa un problema, pero no logran identificar la problemática como tal; es decir, como aquella situación para la cual no tienen una respuesta inmediata y que requiere construir o elaborar explicaciones que den paso a la solución del mismo, caso contrario a los estudiantes anteriores.

Por otra parte, a estos dos estudiantes se les suman E3 y E5 quienes no logran identificar en lo absoluto el problema, al proporcionar en ambos casos respuestas negativas.

b. Desarrollo de heurísticos

En esta subcategoría se analizan dos partes, el diseño de una estrategia de resolución relacionada con los heurísticos representados en el marco teórico, mientras que en la segunda división se habla de una solución inmediata, es decir, en esta subcategoría se incluyen los estudiantes que dan una solución 'simple' o una respuesta inmediata a la situación, sin incluir la consecución de unos pasos que permitan 'solucionarla'. Esto al mismo tiempo se corresponde con la subcategoría de identificación del problema, ya que el reconocimiento de la existencia de un problema se evidencia en esa ausencia de respuestas o métodos evidentes para la solución, es decir, en la carencia de una respuesta inmediata.

Los estudiantes E1 y E3, entre sus estrategias de resolución incluyen el análisis de la situación y de los interrogantes formulados; posteriormente la indagación por respuestas y la formulación de hipótesis, entre otros, todo esto con el fin de dar solución al problema. Es necesario aclarar que E3 inicialmente ofrece una solución inmediata al

sugerir que se regresen nuevamente los alimentos al supermercado. Así mismo, los estudiantes restantes E2, E4, E5 y E6 proponen una solución inmediata a la situación, al sugerir el diálogo con el tendero o regresar el producto para ser cambiado, además sugieren que durante el cambio se deben revisar muy bien los paquetes para que no les suceda de nuevo. Se podría decir que en cierta medida sus respuestas son empíricas ya que son el resultado de sus experiencias y a partir de ellas construyen el conocimiento.

Antes de pasar a un análisis general del instrumento, el estudiante E4 cuando da respuesta a la pregunta que hace alusión a la identificación del problema lo hace al afirmar que las preguntas no son fáciles de responder, no obstante cuando se le pregunta por una posible solución, se limita a dar una respuesta inmediata. Esto se puede relacionar con lo que García (1998) llama “dificultades del contexto”, en este caso E4 está simplificando la resolución del problema sin siquiera analizar la información brindada.

En sentido general se observa una gran dificultad en los estudiantes durante el proceso de lectura, parte fundamental cuando se trabaja con resolución de problemas, ya que para ofrecer soluciones es necesario que se comprenda la situación y los interrogantes que se formulan; en donde, a causa de la lectura rápida del problema, se crea dificultades durante el proceso de resolución, debido a la mala interpretación de la información (García, 1998). Esto es posible evidenciarlo en las preguntas para las cuales los estudiantes sugieren como solución retornar el producto, cuando los interrogantes que se formulan en la situación problémica hacen alusión a la presencia de insectos en los paquetes que están herméticamente sellados. Se concluye pues que los estudiantes en este caso no están dando respuesta a los interrogantes formulados claramente en la situación problémica. Este sentido es importante que el estudiante se pregunte el por qué y el para qué de los interrogantes que se formulan.

El proceso de lectura entonces no es consciente, ya que los estudiantes no entienden el propósito de la situación, ni se extraen datos o información que de paso a la construcción de ideas o hipótesis para la predicción de resultados.

Adicionalmente, el estudiante contaba con un 'conocimiento' previo que se relacionaba con la situación formulada, ya que en clases anteriores, la profesora del curso les propuso la realización de una actividad experimental, en la cual se observaba el crecimiento de la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) bajo diferentes condiciones. Dicho 'conocimiento' se supone debería ayudarle al estudiante a establecer condiciones que le permitieran explicar o dar respuesta a la situación problemática formulada con sus interrogantes. Esto se relaciona con lo que García (1998) califica como una dificultad de orden interno (capacidad del solucionador), durante el proceso de resolución ya que los estudiantes no presentan la capacidad para transferir el conocimiento previamente adquirido en otros ámbitos o relacionarlo con otras situaciones planteadas.

Además, los estudiantes E3, E5 y E6 no identifican el problema ni de forma abierta ni en la situación formulada. Esto se puede relacionar con las dificultades anteriormente citadas o con el desinterés de los estudiantes por la situación formulada. No obstante el estudiante E3 presenta o propone estrategias de resolución aunque principalmente busca soluciones inmediatas, esto mismo sucede con los estudiantes E2, E4 y E5 quienes reaccionan de forma preocupada cuando se enfrentan a un problema.

Cabe mencionar también, que el estudiante E2 cuando da respuesta a la primera pregunta del cuestionario, logra identificar el problema como algo personal y moral, aun así, no reconoce la existencia de un problema cuando se trata de una situación que se relaciona con el ámbito académico.

Mientras que E1 deja ver en esta parte del cuestionario que cuenta con habilidades de resolución de problemas, ya que lo identifica en su contexto, en una

determinada situación formulada y además propone estrategias de resolución relacionadas con heurísticos para buscar así la solución al problema.

1.2 Unidad de Análisis 2: Comportamientos y Habilidades de Resolución

1.2.1 Organización de los datos

Tabla 1

Sistematización cuestionario tipo Likert titulado: ¿Eres bueno resolviendo problemas?

¿Con cuanta frecuencia tengo estos comportamientos?	1	2	3	4
1. Cuando tengo un problema me paro a pensar en ello.		E6	E1 E5	E2 E3 E4
2. Afronto los problemas pacientemente considerando todas sus partes			E2 E4 E5 E6	E1 E3
3. Me resulta fácil encontrar soluciones inteligentes a mis problemas.		E5 E6	E4	E1 E2 E3
4. Cuando tengo una solución antes de llevarla a cabo, pienso qué es lo que pasará después.			E2 E5	E1 E3 E4 E6
5. Puedo encontrar soluciones a problemas que al principio me parecían imposibles de resolver.	E6		E4	E1 E2 E3 E5
6. Cuando algo no sale bien ya sea en clase o en mi entorno intento entender por qué.			E4	E1 E2 E3 E5 E6
7. Ante un problema por lo general estoy nervioso e impaciente.	E1	E2 E6	E5	E3 E4
8. Para resolver una situación difícil, preparo un plan estratégico y particular.	E5	E4	E2	E1 E3 E6

1.2.2 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos de este cuestionario se representan en histogramas y se analizan a continuación.



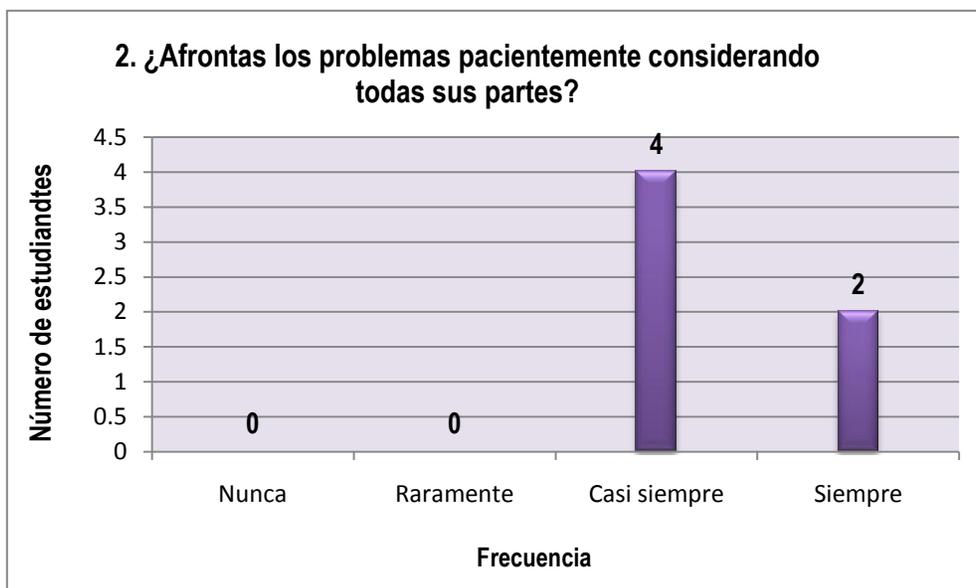
Pensar en el problema hace parte de la identificación del mismo y constituye uno de los primeros y más importantes pasos para la caracterización de los objetivos estratégicos del desarrollo de un problema, es decir del proceso de planificación y de resolución.

Como se puede observar en el grafico, tres de los estudiantes (E2, E3, E4) asegura que cuando se enfrentan a un problema siempre piensan en el mismo. En este caso, el estudiante sin saberlo está haciendo uso de herramientas heurísticas que pueden ser útiles durante el proceso de resolución.

Por otra parte, E1 y E5 afirman que casi siempre piensan en el problema al enfrentarse a él. Con frecuencia se presentan casos en los que los estudiantes no tienen un interés 'auténtico' por el problema que se les formula, debido a esta pérdida

de interés el estudiante deja sin solución alguna el problema o se puede dar una 'solución' que suele llevar implícito un interés como una nota por ejemplo.

Finalmente, E6 raramente piensa en el problema al enfrentarse a él. Lo que puede dificultar el proceso de resolución al no considerar las posibles soluciones a las cuales se pueden llegar. En este sentido, si para el estudiante una situación no representa un problema, difícilmente va intentar solucionarlo.

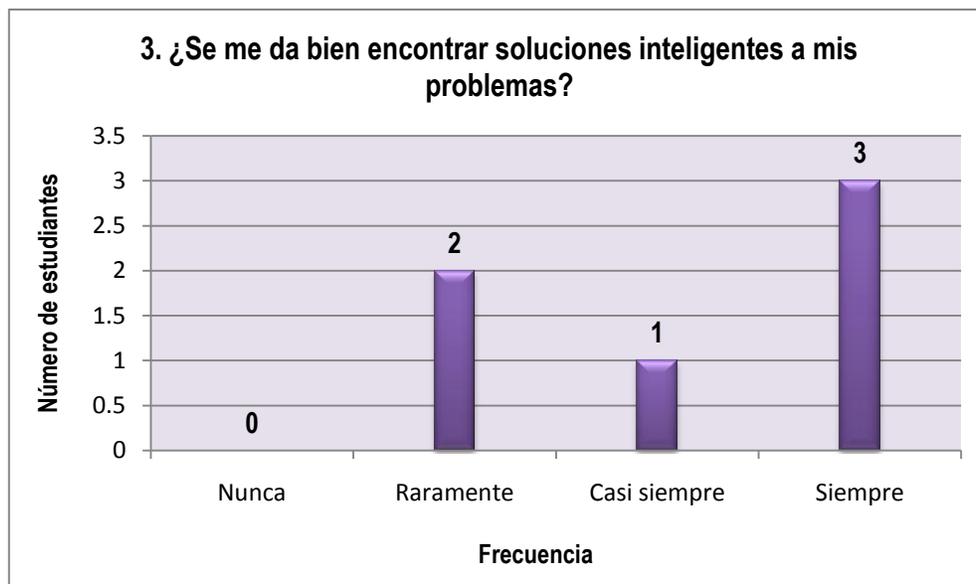


Esta pregunta guarda una estrecha relación con la anterior, ya que este análisis de la situación problemática implica el proceso de pensar en el problema mientras se enfrenta al mismo. No obstante, en la pregunta anterior uno de los estudiantes (E6) afirmaba no pensar en el problema cuando se enfrenta a él. Mientras que en este caso, todos los estudiantes consideran las partes importantes del problema, algunos siempre y otros con menos frecuencia, pero lo hacen.

Como se puede observar dos de los estudiantes (E1 y E3) afrontan los problemas pacientemente considerando todas sus partes, esto indica que el estudiante se hace consciente de que el problema existe y la consideración de sus partes es la que

le permite tener en cuenta las diferentes opciones para darle solución. En este sentido, la mayoría de los estudiantes (E2, E4, E5, E6) casi siempre realizan este análisis.

Es necesario mencionar entonces, que el análisis global de las partes de un problema posibilita que el estudiante logre hacer representaciones mentales o reformule el problema en términos más comprensibles, logrando de esa forma interrelacionar la información brindada, depurando aquella que no le es útil y porqué no, identificar y buscar patrones que indiquen alternativas de resolución.



La solución 'fácil' de un problema resulta ser idiosincrática, como se pudo observar en el caso de las preguntas iniciales de este mismo instrumento, adicionalmente el nivel de dificultad de resolución puede variar de una persona a otra.

En este caso, la mitad de los estudiantes (E1, E2, E3) afirma que siempre encuentran soluciones inteligentes a sus problemas. Es probable que estos estudiantes, sean conscientes que al resolver un problema esto les implica realizar tareas que demandan procesos de razonamientos más o menos complejos y no simplemente una actividad asociativa y rutinaria. Esto se relaciona con la capacidad metacognitiva del estudiante, debido a que éste es consciente de su proceso de aprendizaje o en este

caso es consciente del proceso de resolución y de la posibilidad de identificar que la solución proporcionada a la situación resulta ser pertinente. En este sentido, el E4 afirma que casi siempre encuentra soluciones inteligentes a sus problemas. A pesar de que disminuye la frecuencia de éxito en la solución, suele proporcionar en algunas ocasiones soluciones de manera fácil a determinadas situaciones.

Opuesto a lo anterior, los estudiantes E5 y E6 reconocen que raramente encuentran soluciones inteligentes a un problema.

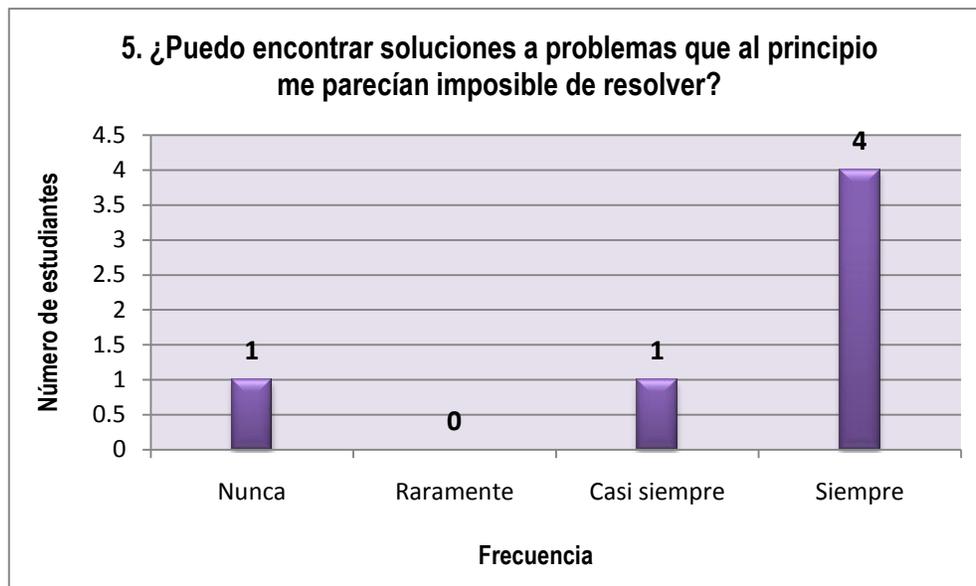
Al relacionar estos resultados con los de la pregunta anterior (¿afrenta sus problemas de forma paciente considerando sus partes?), en la cual todos los estudiantes afirmaron tener en cuenta con mayor o menor frecuencia todas las partes del problema, pudiendo considerar que durante la fase inicial del proceso de resolución (pensar en el problema y analizar cada una de sus partes) hay fallas o dificultades que conducen a que las soluciones en algunos casos no resulten ser las más pertinentes para la situación formulada. En este sentido resulta importante que estos dos estudiantes reconozcan que se les dificulta dar soluciones a los problemas que se les presenta, ya que esto es un indicador de la capacidad metacognitiva de los mismos. Aun así, no se debe dejar por fuera el factor emocional, ya que como se mencionó anteriormente, la inseguridad del estudiantes en sus capacidades dificulta igualmente el proceso de resolución y la fácil identificación de posibles soluciones.



El análisis profundo de la situación, le permite tener en cuenta a la persona que se dispone a resolverla, las consecuencias que puede llegar a tener la solución que se quiera proporcionar, en especial en casos de problemas abiertos los cuales pueden tener varias soluciones.

En este sentido, cuatro de los estudiantes (E1, E3, E4, E6) piensa en las consecuencias que puede tener la posible solución de un problema. En este sentido, se considera que anticipar las consecuencias o ventajas que presente una solución, le permitirá al estudiante la creación o mejora y desarrollo de estrategias de resolución. Igualmente, dos de los estudiantes sostienen que casi siempre piensan en las consecuencias de las soluciones proporcionadas a un determinado problema.

Frente a esto, los teóricos de la Gestalt consideran que la valoración de las posibles soluciones de un problema (en especial de la vida cotidiana) influye en la toma de decisiones, ya que se evalúan las ventajas y desventajas que puede tener la posible solución. En este sentido, se considera importante el estudio de las posibles repercusiones de la solución no sólo en el problema mismo, sino que también en los otros ámbitos, en los cuales la solución pueda impactar (Citado por Perales, 1993).



Es frecuente que inicialmente cuando un estudiante se enfrenta a un problema le considere con tal dificultad que se piense que es imposible de resolver. En este sentido, el análisis y la lectura conciente de la situación facilitan su comprensión y por ende su resolución. De esta forma se tiene que los estudiantes E1, E2, E3 y E5 dicen que siempre encuentran soluciones a aquellos problemas que al principio le parecían imposibles de resolver. Luego se tiene que E4 casi siempre encuentra una solución para las situaciones que inicialmente le parecían imposibles de resolver.

Contrario a esto, E6 dice nunca encontrar solución a problemas que inicialmente le resultaba imposible de resolver. En este caso, la respuesta de E6 relaciona con la dificultad que tiene para encontrar una respuesta inteligente a los problemas (revisar pregunta 4). Debido a esto, se asume que este estudiante puede presentar dificultades en la comprensión y el análisis de la situación para la posterior formulación de estrategias de resolución.

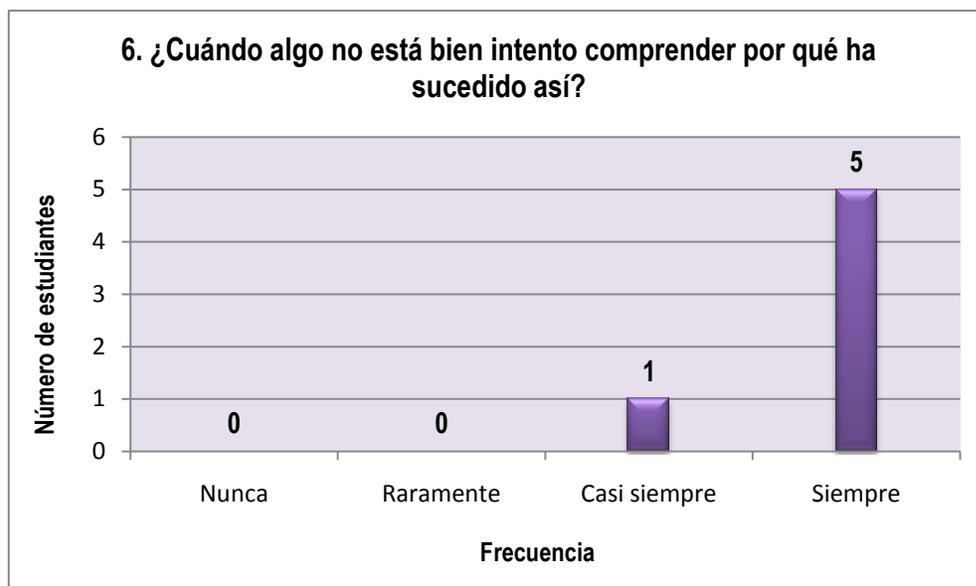
Esta pregunta se puede relacionar con lo que García (1998) denomina “dificultades en la resolución de problemas”. Estas dificultades se presentan en tres grupos, dificultades del contexto para la resolución de problemas, dificultades para el

proceso de resolución y finalmente dificultades de orden interno para la resolución de problemas.

En cuanto a las dificultades del contexto para la resolución de problemas, se tiene que los estudiantes vienen de un proceso, en el cual se puede “desarrollar la creencia de que cuando se va a enfrentar a un problema de seguro, no se va a poder resolver” (p.68), *-por eso son problemas-* dicen los estudiantes. Esta creencia se desarrolla debido a experiencias negativas que tienen los estudiantes de intentos pasados por resolver problemas; además, de la inseguridad y desconfianza del estudiante de sus propias capacidades, lo cual resultan ser determinante en la creencia que desarrollen frente a los problemas.

En este mismo sentido se tiene que el estudiante durante su proceso formativo, en especial en el caso de la matemática también desarrolla “la creencia de que existen formulas y procedimientos que simplifican la resolución del problema sin la necesidad de hacer un análisis de la situación” (García, 1998 p. 68).

La imposibilidad del estudiante para encontrar soluciones a un problema que inicialmente parece imposible de resolver también se asocian a las dificultades para el desarrollo de estrategias de resolución, esto se corresponde con el desconocimiento del estudiante de heurísticos o técnicas que le sean útiles para la resolución de un problema de manera eficaz. Finalmente se tienen las dificultades de orden interno en las que como se mencionó antes (ver pregunta 3) se refieren a las características personales del estudiante, más que en la capacidad que posee para resolver un problema.

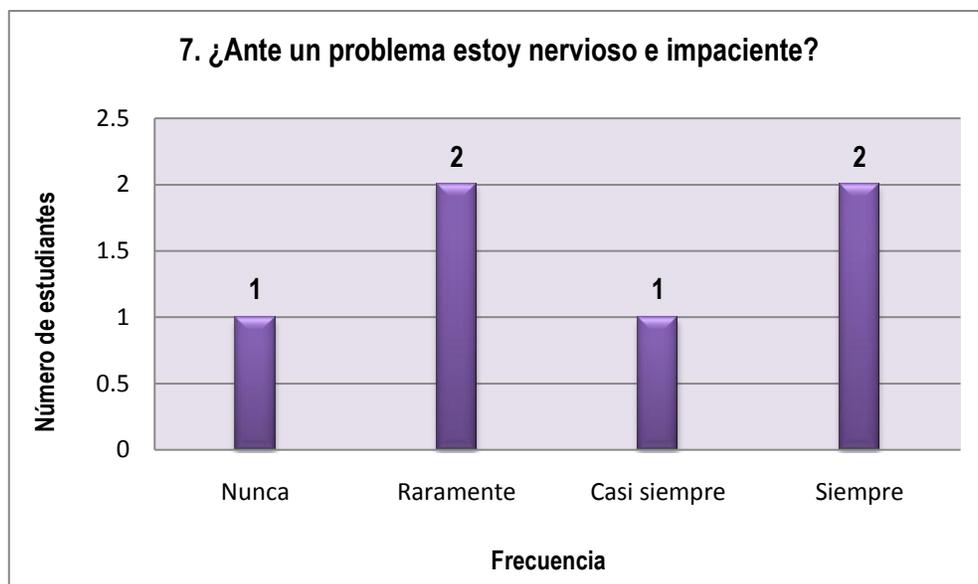


La curiosidad (relacionada con la creatividad) es una de las formas para identificar la existencia de un problema y simultáneamente la búsqueda de una solución. Para esta pregunta los estudiantes E1, E2, E3, E5 y E6 afirman intentar comprender el por qué de las cosas cuando no salen bien. Mientras que sólo un estudiante, E4 afirma que casi siempre intenta comprender el por qué de ciertas situaciones. Aunque la frecuencia disminuye, existe el interés del estudiante por la comprensión de los fenómenos y/o situaciones imprevistas.

Si nos remitimos a la cotidianidad del estudiante, no se debe olvidar que está en constante contacto con el medio que le rodea, lo cual lo puede hacer altamente sensitivo y permeable al medio (Gonzalez y otros), por lo cual es posible decir que un problema se le puede presentar a un estudiante en su vida diaria (en los diferentes contextos en los que se mueve), y la identificación de las diferentes situaciones como problemas depende del interés que genere en el estudiante la observación de un fenómeno, para el cual no se dispone de información inmediata y específica. De allí que los estudiantes formulen sus propios problemas y asuman el reto creativo de brindar posibles soluciones a todas aquellas cosas que le inquietan.

Por otra parte, de acuerdo con la resolución de problemas y el empleo de heurísticos, es importante que el estudiante identifique aquellos pasos que hacen parte de la estrategia de resolución que están fallando para la formulación de la solución a la situación; la comprensión de estas fallas le facilitará al estudiante la resolución de otros problemas. Frente a esto y según las respuestas obtenidas para esta pregunta, se puede decir que entonces los estudiantes que hacen parte del estudio, estarán conscientes de que cometieron fallas durante los procesos de resolución y estarán entonces en capacidad de identificar donde se cometieron dichos errores, para luego corregirlos.

Adicionalmente, esto no sólo cobra relevancia para la evaluación de la estrategia de resolución sino para la identificación de obstáculos que se presenten durante el proceso de resolución y que no hayan sido previstos.



En esta pregunta se observa una gran división en las respuestas proporcionadas por los estudiantes.

Los estudiantes E4 y E3 dicen ponerse siempre nerviosos e impacientes cuando se enfrentan a un problema, en este sentido se les suma el estudiante E5 que dice tener estos sentimientos o sensaciones casi siempre al enfrentarse a un problema.

Como se ha discutido previamente, la palabra “problema” trae de por medio cierta creencia de fatalidad en los estudiantes (debido a la carencia de información que permitan solucionarlo). Por lo que es considerable la expresión de nerviosismo e impaciencia que pueden venir acompañados adicionalmente por la poca experiencia de los estudiantes frente a la situación formulada. Estos resultados pueden reflejar la percepción de los estudiantes de problema, que como se vio en la primera pregunta resulta relacionarse más a nivel moral y emocional, lo que obviamente desata ese sentimiento de preocupación.

Igualmente, la reacción de nerviosismo o impaciencia también se puede deber al desconocimiento de la situación, dicha reacción puede influir significativamente en el análisis del problema, en la enunciación de estrategias de resolución y adicionalmente en la formulación de soluciones pertinentes al problema formulado.

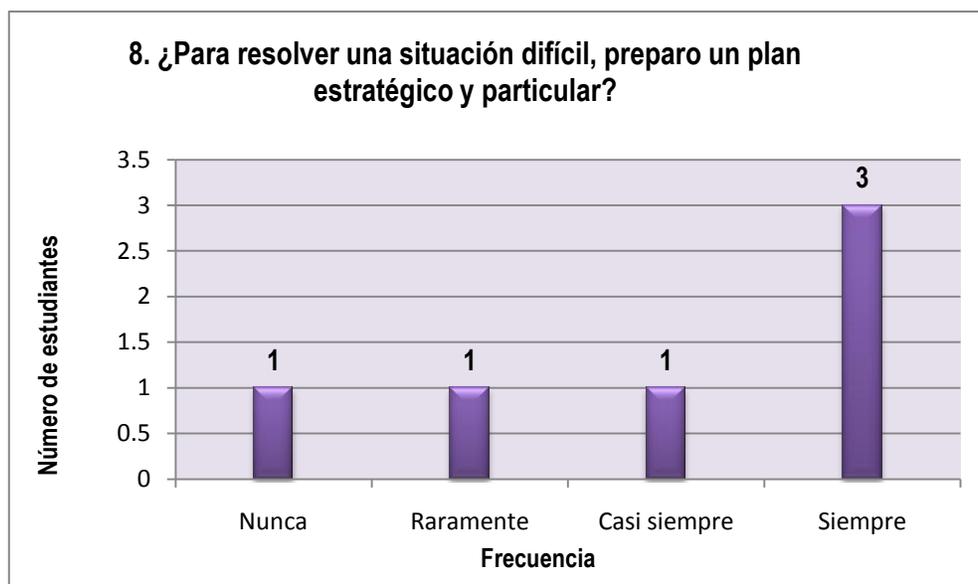
Por otra parte el estudiante E1 dice nunca presentar problemas de ansiedad cuando se enfrenta a un problema y a la respuesta de este se le suman los estudiantes E2 y E6 quienes dicen que raramente presentan dicha conducta.

Como se explicó antes, los niveles de ansiedad pueden tener dos efectos en las personas, uno negativo que se refleja en la presencia de bloqueos mentales y uno positivo que permite mejorar el rendimiento durante el desarrollo de una actividad (para esto los niveles de ansiedad deben ser bajos), lo que indica que a veces hace falta sentir cierta presión para alcanzar los objetivos propuestos.

Según las respuestas obtenidas es posible afirmar lo que se ha venido repitiendo a lo largo de este análisis y es que cada estudiante tiene una percepción y una interpretación diferente de las situaciones a las que se enfrenta. Debido a esto,

entonces las reacciones de cada uno serán diferentes tanto para la respuesta a la situación como para la respuesta emocional que se genere.

En algunos casos, la ansiedad se relaciona con la necesidad de terminar una tarea en un corto periodo de tiempo. Por otra parte, el miedo a cometer errores hacen que en los estudiantes, especialmente, se desarrollen comportamientos que dificulten la identificación de información útil y necesaria al momento de enfrentarse y resolver el problema.



Los estudiantes E5 y E4 afirman que para resolver una situación nunca y raramente (respectivamente) hacen uso de un plan o una estrategia de resolución. Mientras que los estudiantes E1, E3 y E6 dicen siempre desarrollar un plan o una estrategia que les ayude a resolver el problema. A estos tres estudiantes se les suma E2, quien dice planear la solución casi siempre.

Frente a esto se considera que el desarrollo de planes o estrategias de resolución le permiten al estudiante tener un control o una guía que le permita resolver el problema. La planificación le ayuda al estudiante en la selección de datos que se relacionan con la problemática planteada y buscar la información que le aporte a la

solución del problema. De esta forma el estudiante debe pensar y analizar la situación, para que al mismo tiempo esté en la capacidad de descartar datos o información que no se relacionan con la problemática e identificar si la respuesta que se le ha dado al problema resulta ser pertinente y adecuada (Alonso y otros 1988).

Por otra parte, el desarrollo de planes en conjunto con la creatividad del estudiante le permite plantear diferentes vías o rutas para llegar a la solución, lo que hace del proceso de resolución una actividad flexible que le permite al estudiante igualmente estar atento a los diferentes fenómenos o cambios que puedan surgir durante la resolución.

No solucionamos nuestros problemas ni tomamos decisiones al margen del entorno que nos rodea, sino que más bien éste determina en gran parte las soluciones que damos y las decisiones que tomamos habitualmente. En este sentido, con los resultados obtenidos en este instrumento, no se pretende hacer generalizaciones, ya que los estilos cognitivos varían de un estudiante a otro. No obstante, en las respuestas obtenidas hay gran variedad lo que puede brindar una visión sobre el tipo de estudiantes que es posible encontrarse en el aula cuando se pretende trabajar la resolución de problemas.

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS DE GENÉTICA

2.1 Unidad de Análisis 1: Relación de la información celular

2.1.1 Organización de los datos

Tabla 2.
Sistematización de los resultados obtenidos para la primera pregunta del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

	¿Tienen células?						¿Tienen cromosomas?						¿Contienen información genética?					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Arboles	X	X	X	X	X	X			X		X		X	X	X			
Mamíferos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Bacterias				X	X					X	X		--	--	--	--	--	--
Insectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X

Las X's representan las respuestas positivas de los estudiantes a cada una de las preguntas

2.1.2 Análisis de resultados

A continuación se presentan los análisis de los resultados de esta investigación para luego comparar las respuestas de algunas preguntas con los resultados obtenidos por Ibañez (2004) quien al mismo tiempo los compara con los resultados obtenidos en otras investigaciones.

Según los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN 2004) los estudiantes comienzan el estudio sobre la célula a partir del cuarto grado iniciando con la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos, pasando por la identificación de los niveles de organización celular de los seres vivos hasta la

explicación de la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes en el séptimo grado.

Se asume entonces que estos estudiantes en el nivel de formación en el que se encuentran (octavo grado) tienen un conocimiento básico sobre la célula y las funciones celulares. Según las respuestas obtenidas, los estudiantes relacionan la presencia de células, cromosomas e información genética en los mamíferos. Esto se puede deber a que hasta este nivel han trabajado más las características del cuerpo humano y los diferentes sistemas del hombre (animal mamífero) lo que posiblemente les facilita el establecimiento de la relación entre estas estructuras ya que las características de la célula suelen presentarse desde la célula humana la cual incluye cromosomas e información genética. Probablemente debido a esto el estudiante no logra transferir dicha información a otros organismos vivos.

Así pues, para las plantas (árbol), bacterias e insectos, no todos logran establecer las relaciones entre estas estructuras, probablemente porque no han sido ilustrados con tanta profundidad durante el proceso de formación de los estudiantes en el área de las ciencias naturales. Solo E3 logra relacionar la célula, los cromosomas y la información genética en las plantas; mientras que E1 solo relaciona la célula con la información genética.

Por otra parte, los estudiantes E4 y E5 son los únicos que en primer lugar identifican la presencia de células en las bacterias y adicionalmente relacionan esto con los cromosomas, más no con la información genética. Mientras que en el caso de los insectos, todos relacionan la presencia de células con la existencia de información genética aunque solo E5 y E6 no establecen la relación entre estas dos con la presencia de cromosomas.

Según esto, se puede decir que los estudiantes tienen dificultades para reconocer la relación existente entre las células, los cromosomas y la información genética, ya que como se puede observar, todos reconocen la existencia de células en

las plantas, mamíferos e insectos. Frente a esto, se esperaba que si los estudiantes asumían que tanto arboles como mamíferos e insectos poseían células, igualmente reconocerían la existencia de cromosomas y al mismo tiempo de información genética en dichos organismos. No obstante parece que para ellos la presencia de células en estos no implica la existencia de cromosomas y de información genética simultáneamente.

Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Ibañez (2004), poniéndose en evidencia que los estudiantes en el nivel de formación en el que se encuentra, aun presentan grandes dificultades frente a las relaciones entre estas estructuras que resultan ser la base de la herencia, aunque frente a esto Ibañez afirma que “algunos pocos estudiantes presentan ideas correctas sobre la relación entre información hereditaria, genes, cromosomas y células” (p. 347), se considera que como se observa en los resultados el estudiante identifica la presencia de la información, pero esto no necesariamente implica que realmente la relacionen. Igualmente en otros estudios realizados frente a este tema (Wood-Robinson y otros, 1998; Bannet y Ayuso, 1995, citados por Ibañez, 2004) los estudiantes reconocen la relación en animales (el hombre), mas no en plantas o microorganismos.

2.2 Unidad de Análisis 2: Relación herencia y ambiente

2.2.1 Organización de los datos

Tabla 3.

Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 2 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

Caracteres	HERENCIA						HERENCIA / AMBIENTE						AMBIENTE					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Color de ojos	--	--	X		X	X	--	--		X			--	--				
Color de piel	--	--	X				--	--		X	X	X	--	--				
Peso	--	--		X			--	--	X			X	--	--	X		X	
Calvicie	--	--					--	--	X			X	--	--				

Tabla 4.

Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 4 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

Situación	La información genética no es igual en los gemelos						La información genética cambia durante el crecimiento						La personalidad es resultado del ambiente					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Dos gemelas idénticas con personalidades diferentes			X		X	--				X		--	X	X				--

2.2.2 Análisis de resultados

Para el análisis de la relación entre herencia y ambiente se consideran dos preguntas. En la primera se presenta al estudiante un conjunto de características físicas, es decir que se relacionan con la expresión de un fenotipo determinado. Mientras que en la segunda pregunta se les plantea una situación en la cual se profundiza haciendo énfasis en la información genética como tal (el genotipo) y una característica que no es física, la personalidad al comparar dos gemelas idénticas.

Para la expresión de fenotipos, la mayoría de los estudiantes (E3 E5 y E6) considera que el color de los ojos es el resultado de la herencia. Mientras para que características como el peso (E6 y E3), la calvicie (E3 y E6) y el color de piel (E4 E5 y E6) se les atribuye más el resultado de una interacción entre la herencia y el ambiente. Sólo E3 piensa que el peso es resultado de la herencia. Por otro lado E5 considera que el peso es un carácter que depende únicamente del ambiente mientras que E4 se lo atribuye a la herencia.

Estas respuestas se pueden relacionar con comentarios de familiares o amigos como *“le heredó los ojos azules a su papá”*, aunque igualmente no se descarta la posibilidad de que los estudiantes tengan algunas nociones sobre genética de la herencia.

Por otra parte, aquellos estudiantes que consideran que el color de piel o de los ojos son resultado de una interacción entre herencia y ambiente, afirman que es porque muchas veces el color de la piel cambia cuando las personas se exponen con frecuencia al sol, igualmente en el caso del color de los ojos los estudiantes hablan de los lentes de contacto de colores diferentes, por lo que el color de ojos puede cambiar. Frente a estas respuestas, es posible afirmar que los estudiantes no tienen muy claro lo que es la herencia, ya que a pesar de que una persona tenga unos lentes de contacto azules el color de sus ojos siempre será negro o independientemente de cuánto tiempo

se haya expuesto al sol, el color de piel de una persona siempre será 'blanca' -por ejemplo- en aquellas partes que no se exponen tanto al sol.

Los estudiantes E1 y E2 no dan ninguna respuesta a esta pregunta. Al preguntarles porqué, afirmaron que no entendían bien lo de herencia y ambiente, por lo que prefirieron dejar este punto en blanco.

Al comparar los resultados con los obtenidos por Ibáñez (2004), se tienen similitudes en la respuesta frente al carácter de color de ojos, no obstante para el carácter de color de piel se tienen diferencias ya que en este caso los estudiantes en su mayoría se lo atribuyen a la interacción entre herencia y ambiente. En este sentido, al igual que en la el trabajo desarrollado por Ibáñez, las investigaciones realizadas por Banet y Ayuso (1995, citados por Ibáñez, 2004) “los estudiantes asocian caracteres como el color del pelo, o de los ojos a la herencia recibida por los padres. Sin embargo, la calvicie es un carácter que asocian tanto a la herencia como a la influencia del ambiente y el peso más con el ambiente” (p. 347).

Por otra parte, cuando se le formula al estudiante una situación en la cual no se trata de caracteres físicos sino de características como la personalidad, se encuentran dificultades aun mayores a nivel celular, ya que afirman que las diferencias entre la personalidades se deben a que la información genética en los gemelos es diferente (E3 y E5). Lo cual es debido al posible desconocimiento de la forma en la cual se da la formación de gemelos idénticos o monocigotos o también porque muchas veces en muchos medios se escucha decir que la información genética (el ADN) es como una huella única e irrepitable. Adicionalmente, están estableciendo una relación entre una característica como la personalidad como resultado de la información genética. Frente a esto, si el estudiante desconoce que la información genética en gemelos idénticos es igualmente idéntica, entonces es posible esperar respuestas como las obtenidas.

Por otra parte, al igual que los estudiantes E3 y E5, el estudiante E4 relaciona la personalidad con la información genética. Sin embargo, tiene la creencia de que las

personalidades diferentes se deben a que la información genética cambia durante el crecimiento de las niñas. Mientras que, los estudiantes E2 y E3 atribuyen a la personalidad una característica que solo puede ser resultado del ambiente. Lo cual indica que probablemente cuenten con otros conocimientos que les permita hacer dicha afirmación. Frente a esto, E1 dice que *“la personalidad de las niñas es diferente porque lo que pasa es que pueden tener diferentes amigos y gustos diferentes, es que yo no creo que existan genes que sean para decir cómo va a ser la personalidad de una persona”*. En esta justificación a la respuesta la estudiante deja ver que tiene algunas ideas frente a la expresión de los genes.

Se puede concluir pues, que los estudiantes en su mayoría presentan dificultades para establecer diferencias entre características resultantes de la herencia y el ambiente. En este sentido, se tiene igualmente en cuenta que los estudiantes en este punto aun no han trabajado el tema de genética de la herencia.

Esta información es útil en la medida que le permite al docente plantear situaciones o actividades que le permitan al estudiante identificar dichas características. Ya que igualmente cuando se trata de trabajar aspectos relacionados con la manipulación genética se considera de gran importancia que los estudiantes logren identificar aquellas características que pueden ser manipulables.

2.3 Unidad de Análisis 3: Herencia de padres a hijos

2.3.1 Organización de datos

Tabla 5.

Sistematización de los resultados obtenidos para la pregunta 3 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

SITUACIÓN	POSIBLE						IMPOSIBLE						JUSTIFICACIÓN
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Una pareja de ojos claros (café) ¿puede tener un hijo de ojos azules?													Llevan información de ojos azules
					X	X			X	X			Antepasados de ojos azules
							X	X					Color de ojos igual a sus padres

2.3.2 Análisis de resultados

Ante una situación en la cual se quiere saber si es posible que el hijo de una pareja de ojos café, tenga ojos azules la mayoría de los estudiantes lo consideran imposible. Los estudiantes E3 y E4 justifican esa imposibilidad afirmando que esto se debe a que algún antepasado tuvo ojos azules. Frente a esta respuesta es posible afirmar que los estudiantes reconocen que hay caracteres heredables en una línea familiar, mas no lo relacionan con la presencia de dicha información en los padres, de ahí que loo consideren imposible. Mientras que los estudiantes E1 y E2 justifican la imposibilidad afirmando que el color de los ojos del bebe debe ser igual al de los padres. Se puede decir entonces que estos estudiantes relacionan la heredabilidad de caracteres de padres a hijos, pero no identifican la posibilidad de que los padres porten información para ojos azules debido a que en ellos no se ha expresado fenotípicamente.

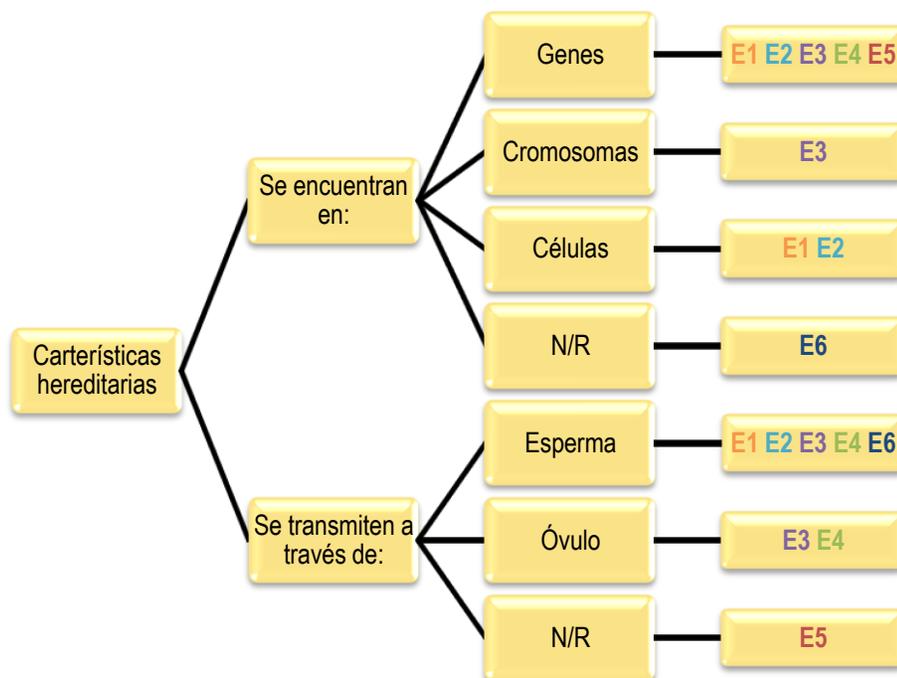
Finalmente los estudiantes E5 y E6 consideran posible ese hecho y al igual que los estudiantes E3 y E4 consideran que puede ser posible por la presencia de algún antepasado de ojos azules. En este sentido los resultados se asemejan a los obtenidos por Ibañez (2004) y Banet y Ayuso, quienes en sus investigaciones indican que “la idea de salto de la información genética entre generaciones, sin asociarlo con la información genética de los padres, es una idea previa muy habitual en el conjunto de la sociedad” (p.343)

2.4 Unidad de Análisis 4: Origen de características hereditarias

2.4.1 Organización de datos

Figura 7.

Red sistémica en la que se representan las concepciones de los estudiantes ante la forma cómo y a través de qué se transmiten las características hereditarias



2.4.2 Análisis de resultados

Las características hereditarias para la mayoría de los estudiantes (E1, E2, E3, E4 y E5) se encuentra en los genes para E3 se encuentra en los genes y en los cromosomas y para E1 y E2 se encuentra en los genes y en la célula. En esta pregunta se puede ver que los estudiantes logran establecer relaciones entre los genes o la información genética, los cromosomas y la célula. El hecho de que los estudiantes afirmen que las características hereditarias se encuentran en los genes revela un posible conocimiento sobre este aspecto. Así mismo, E3 y E4 consideran que los caracteres hereditarios se transmiten a través de óvulos y esperma, o gametos sexuales. Esto deja ver que estos dos estudiantes logran identificar igualmente los órganos a través de los cuales es posible transmitir la información genética. No obstante cabe preguntarse entonces, ¿si estos estudiantes logran establecer esas relaciones, cómo es que no explican la herencia de caracteres de padres a hijos?

A diferencia de estos últimos, los estudiantes E1, E2 y E6 solo relacionan la transmisión de la información genética con el gameto masculino o esperma, no tienen en cuenta el óvulo como medio de transmisión de la información. Frente a esto se asume que esto se debe a la creencia popular de que la herencia de caracteres viene dada por los hombres, como por ejemplo cuando se presentan casos en los que una pareja tiene solamente niñas y se hace responsable al padre de esto al decir cosas como *es que solo tenés genes para procrear niñas*.

2.5 Unidad de Análisis 5: Exclusividad de la información genética

2.5.1 Organización de los datos

Tabla 6.

Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 6 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

Situación	Verificando la forma cómo muere la víctima						Buscar residuo epitelial					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
¿Cómo se corrobora que el sospechoso es el asesino?			X	--	--		X	X		--	--	X

2.5.2 Análisis de resultados

Esta pregunta fue la que menos respondieron los estudiantes del caso. A través de esta se querían revisar dos cosas; que el estudiante reconociera que la información genética es única para cada individuo, aunque se presentan excepciones con el caso de gemelos idénticos, por otra parte se quería saber si los estudiantes conocían las fuentes más confiables de las cuales se pudiese extraer la información que permitiera la identificación del asesino.

En el caso de E3 verificar la forma en la que muere la víctima no implica establecer una relación entre el asesino y la víctima. Esto permite obtener información de otro tipo que permite reconstruir la escena del crimen. Por otra parte, los estudiantes E1, E2 y E6 recurren a buscar restos de piel en las uñas de la víctima.

Esta pregunta era de tipo abierto, esto con el fin de que estudiante además de seleccionar el método que considerara más adecuado, explicara por qué. Aun así, en ninguna de las respuestas que dieron se brinda una justificación. En el caso de los estudiantes que recurren a buscar residuos epiteliales no se sabe bien porque hacen la

selección, se piensa que es posible que ver programas de televisión o películas relacionadas con esa idea les sirvieron de base para responder.

De esta pregunta no es posible afirmar el conocimiento o desconocimiento por parte de los estudiantes de la información genética como exclusiva de cada individuo.

2.6 Unidad de Análisis 6: Conocimientos sobre genética moderna

2.6.1 Organización de los datos

Tabla 7.

Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 7 del cuestionario de indagación de ideas previas en genética

	Mutación		Clonación		Genoma		Gen		ADN	
E1	X	Deformidad celular	X	Creación de personas iguales	X	Patentes	X	Transmite características	X	Prueba de sangre
E2	X	Deformidad celular	X	Creación de personas iguales	X	Patentes	X	Transmite características	X	Prueba de sangre
E3	X	Malformación genética	X	Unión de una célula madre y un ovulo clonado	X		X	Transmite características. Se encuentra en el cromosoma	X	
E4	X		X				X		X	
E5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
E6	X	Idéntico a otro					X	Sale de la propia madre	X	Prueba de sangre

2.6.2 Análisis de resultados

Esta última pregunta, permite conocer las ideas previas que los estudiantes pueden presentar con respecto a algunos conceptos o términos que se relacionan estrechamente con el tema de interés.

Los términos de mutación, gen y ADN son identificados por todos los estudiantes, aunque no todos logran definirlos. Los estudiantes afirman haber escuchado estos términos en películas, hospitales, clases de ciencias y programas de televisión. La percepción que tienen sobre mutación se limita a deformidades o malformaciones, lo que nos lleva a afirmar que probablemente tienen una visión catastrofista con respecto a dicho concepto, al desconocer que no todas las mutaciones son malas y que no todas se expresan físicamente (externamente).

Frente al concepto de clonación, para la gran mayoría nos es familiar la historia de la oveja clonada 'Dolly' y las definiciones proporcionadas por los estudiantes se relacionan con esto, al afirmar que la clonación es la creación de personas iguales a otras.

El concepto de genoma es el que menos conocen y los dos estudiantes que lo definen E1 y E2 lo relacionan con 'patentes'. Es probable que en algún documental o en el entorno en el que se mueven hayan escuchado esta palabra en relación con el genoma, no obstante al preguntarles qué son los patentes, ninguna de las dos estudiantes supo dar respuesta a esto. De esta forma también se puede afirmar que los estudiantes muchas veces toman aquellas cosas que escuchan del medio y las reproducen sin saber bien de qué es lo que están hablando o a qué es a lo que están haciendo referencia.

Continuando con las definiciones, el concepto de gen lo relacionan con la transmisión de características y el de ADN con la prueba de sangre. Frente a este

último concepto, en la discusión en la que se socializaron las respuestas a este instrumento. Los estudiantes afirmaban que ni las plantas ni los insectos como los grillos por ejemplo, tenían ADN ya que no tenían sangre. Esto se puede deber a que los estudiantes escuchan con frecuencia hablar de pruebas de ADN para las cuales se usa como fuente de extracción, la sangre. De esta forma, aquí es posible evidenciar nuevamente la dificultad que tienen los estudiantes para relacionar los diferentes niveles de organización de la información genética en la célula y la influencia del medio en la formación de conceptos en el estudiante.

En este caso entonces para los estudiantes el ADN sólo está en la sangre, mas no en las células. Esto hace que sea de gran importancia retomar algunos conceptos sobre la célula, ya que si el estudiante no comprende que todas las células llevan ADN que es el material que porta la información hereditaria o genética, puede representar posteriores dificultades con el trabajo de la manipulación genética ya que este tema se desarrolla básicamente el ADN y es esta macromolécula la que es manipulada.

En el caso del estudiante E6 presenta confusión entre los conceptos de mutación y clonación y las definiciones de la estudiante E3 parecen ser las más acertadas, además de mostrar el manejo de un lenguaje que se podría enmarcar como 'científico'. No obstante como en el caso de los estudiantes E1 y E2 esta estudiante también puede estar expresando sus ideas con términos que desconoce y que no sabe cómo se relacionan con los conceptos planteados.

Finalmente el estudiante E5 no responde a este punto del cuestionario. Al preguntarle por qué no lo responde, explica *“yo si he escuchado hablar de todas esas palabras en muchas partes, pero lo que pasa es que me da pena salir con una bobada. Entonces mejor no digo nada para no ir a quedar como un bobo”*. Estos temores y estas inseguridades en los estudiantes deben ser trabajadas ya que el estudiante debe aprender a confiar en si mismo para poder desarrollar el trabajo que se les propone desde la resolución de problemas y la argumentación. De ahí la importancia de

explicarles a los estudiantes que no se trata de dar respuestas acertadas sino de corregir a tiempo aquellas ideas que quedan mal interpretadas.

Para concluir con este análisis, la última pregunta relacionada con términos como terapia génica, ingeniería genética y manipulación genética, ninguno de los estudiantes dice haberlos escuchado mencionar por lo que es de gran importancia hacer la introducción de estos temas de forma pertinente para evitar que en los estudiantes se generen ideas erróneas al respecto.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS: CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN DEL NIVEL DE ARGUMENTACIÓN

3.1 Organización de datos y análisis de resultados

A continuación se presentan las respuestas de los estudiantes (E1, E2, E3, E4, E5 y E6) a las preguntas abiertas, semi-abiertas y cerradas (formuladas en el instrumento), en una matriz de análisis en la cual se tiene como base cuatro de los elementos planteados en el MAT; las justificaciones, fundamentaciones y conclusiones. Todo esto, con el fin de facilitar después la profundización en el análisis de la estructura y de las funciones e interrelaciones de significado entre cada una de sus explicaciones y “argumentos” dados, frente a cada una de las situaciones dadas posteriormente a los estudiantes.

Se calara que en este caso, los datos son los proporcionados en la lectura, mientras que las justificaciones, fundamentaciones y conclusiones son identificados en las respuestas de los estudiantes, las cuales aparecen en cursiva y guardan fidelidad con lo escrito por el mismo, de ninguna forma la información obtenida ha sido manipulada o cambiada, excepto por algunos errores de ortografía.

Tabla 8.

Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 1 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación

PREGUNTA 1: En el supermercado, ¿comprarías tomates transgénicos más duraderos y lustrosos o tomates normales? ¿Por qué?				
M.A.T	DATOS	JUSTIFICACIÓN	FUNDAMENTACIÓN	CONCLUSIÓN
EST.	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS
E1	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque no sé cuál es la reacción que pueda tener el cuerpo humano cuando se comen esos productos</i>		<i>No compraría tomates transgénicos</i>
E2	La información proporcionada en la lectura	<i>Aunque conozco las ventajas de los tomates transgénicos no se sabe bien si tienen por decirlo así efectos secundarios</i>		<i>No compraría tomates transgénicos</i>
E3	La información proporcionada en la lectura	<i>Ya que los transgénicos pueden traer bacterias que mis anticuerpos no sean capaces de combatir.</i>	<i>Anticuerpos para combatir bacterias de productos transgénicos</i>	<i>No compraría tomates transgénicos</i>
E4	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque no se qué clase de bacterias podrían tener esos tomates.</i>	<i>Bacterias</i>	<i>No compraría tomates transgénicos</i>
E5	La información proporcionada en la lectura	<i>Ya que los tomates transgénicos tienen un mayor número de toxinas</i>		<i>No compraría tomates transgénicos</i>
E6	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque los tomates normales son mejores que los transgénicos</i>		<i>No compraría tomates transgénicos</i>

El primer interrogante del cuestionario está conformado por una pregunta abierta y una cerrada; permitiendo visualizar las posturas frente al tema en cada estudiante.

Por medio de las respuestas a la pregunta cerrada, el total de los estudiantes de la muestra concluyeron que “no comprarían tomates transgénicos”, basándose cada

uno en sus conocimientos previos. Esto, los llevó a una conclusión precipitada, la cual es una de las tantas falacias mencionadas por la profesora Elena Escudero en su trabajo *“cómo crear buenos argumentos y cómo detectar falacias”*, debido a que no se toman el tiempo para examinar todas las causas o toda la información disponible que se les suministro en la lectura *“los alimentos transgénicos a juicio”*, enfocándose de forma particular en algunos aspectos y dejando de lado algunos otros aspectos importantes que pueden traer este tipo de alimentos al desarrollo de la economía primaria de cierto país.

En cuanto a la pregunta abierta, se analizará el componente de la justificación y el fundamento de cada estudiante, los cuales dieron diferentes posturas o razones para respaldar sus conclusiones y poderlos conectar con los datos dados. En este caso, el estudiante E1 deja ver claramente en sus razones, su desconocimiento para opinar a favor o en contra de ellos, ya que no fundamenta científicamente su respuesta. Mientras el estudiante E2, aunque en su conclusión dice que no compraría esos alimentos, no presenta razones e ideas para respaldar su postura; por el contrario parece ser contradictoria en su justificación al mencionar que conoce las ventajas de esos alimentos y que no sabe bien si presenta efectos secundarios, es decir, no evidencia con fundamentos su respuesta. Es bueno mencionar, que ambos estudiantes presentan falsos argumentos o falacias, como los define Escudero (s.f). El estudiante E1 presenta la falacia de la ignorancia que consiste en el desconocimiento para opinar a favor o en contra de algo y E2 presenta la falacia de manipulación emocional buscando lograr la aceptación de su conclusión sin tener fundamento en sus creencias.

Por otra parte, los estudiantes E3, E4 y E5 justifican sus respuestas mediante la identificación de las causas y efectos que puede producir el consumo de los alimentos transgénicos, ya que se basaron en el conocimiento que tenían y de lo leído para fundamentar sus respuestas, tomando como referencia las bacterias que vienen en el producto y asimismo las posibles toxinas que puede generar éstas en los alimentos.

Finalmente, el estudiante E6 no fundamenta sus respuestas y por ende no produce un argumento en su justificación, debido a que tiende a generalizar y esto suele ser arriesgado al momento de dar razones o ideas frente al tema. Esto es lo que Escudero (s.f) define como falacia de generalización absoluta.

Tabla 9.

Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 2 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación

PREGUNTA 2: ¿Qué ventajas e inconvenientes encontrarías en consumir carne de una variedad de vaca resistente a ciertas enfermedades por tener incorporado el gen de un antibiótico?				
M.A.T	DATOS	JUSTIFICACIÓN	FUNDAMENTACIÓN	CONCLUSIÓN
EST.	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS
E1	La información proporcionada en la lectura	<i>Puede que se creen nuevos anticuerpos con dicho antibiótico pero nuestro cuerpo puede cambiar con las toxinas que contenga el producto</i>		<i>Ventajas y desventajas</i>
E2	La información proporcionada en la lectura	<i>Puede formar varios anticuerpos pero corre el riesgo de enfermarse</i>		<i>Ventajas y desventajas</i>
E3	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque es carne de más calidad y durabilidad.</i>		<i>Trae ventajas y desventajas.</i>
E4	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque puede matar algunas bacterias, pero también se reproducen más</i>		<i>Trae muchas ventajas.</i>
E5	La información proporcionada en la lectura	<i>La carne es más gustosa y tiene un sabor diferente. Pero el gen del antibiótico puede producir sensaciones diferentes</i>		<i>Ventajas y desventajas</i>
E6	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque la vaca puede tener otras enfermedades que me podría intoxicar o matar</i>		<i>Trae inconvenientes.</i>

El segundo interrogante de éste cuestionario está conformado por una pregunta semi-abierta, con la cual se visualizó la estructura argumentativa y la importancia de las

relaciones lógicas que debe haber entre ellas en cada estudiante, es decir, los conectores que usan para sus “argumentos”.

Por medio de las respuestas a esta pregunta, los estudiantes E1, E2, E3 y E5, concluyeron que “trae ventajas y desventajas”, teniendo como base para su respuesta la lectura de los alimentos transgénicos, en donde gracias a ella pudieron identificar una tesis adecuada para con la pregunta planteada. Mientras el estudiante E4, concluyó que “trae muchas ventajas”, el estudiante E6 concluyó que únicamente “trae inconvenientes”. Esto, los llevó a una conclusión precipitada, la cual es una de las tantas falacias mencionadas por la profesora Escudero (s.f), debido a que no se toman el tiempo para examinar todas las causas o toda la información disponible que se les había suministrado, enfocándose de forma particular y no global en los diferentes aspectos que trae el consumo de este tipo de carne.

Además, se analizó el componente de justificación y fundamentación en cada estudiante, los cuales dieron diferentes posturas o razones para respaldar sus conclusiones. En este caso, el estudiante E1, E2 y E5 dejan ver claramente en sus justificaciones la duda de sus fundamentos, pero aún así, identifican aunque vagamente las causas y efectos que puede producir el consumo de este tipo de carne, basándose en el conocimiento que tienen y de lo leído previo al ejercicio, tomando como referencia la formación de anticuerpos, produciendo en los humanos efectos secundarios.

Mientras el estudiante E3, no es coherente con su justificación al explicar o defender su propia conclusión, ya que la fundamentación en sus razones no defiende ni tienen relación con la conclusión que dio en este interrogante. Además, no tiene en cuenta para su respuesta el manejo de datos que se le da con la lectura, lo cual es un recurso muy valioso al momento de dar un buen argumento.

Por otra parte, el estudiante E4 es contradictorio en su justificación, debido a que no presenta razones e ideas para respaldar su conclusión, ya que en ella menciona que trae muchas ventajas, pero al dar fundamento en sus razones para poder explicarla dice

que así como puede matar algunas bacterias, también puede reproducir más. En fin, no evidencia con fundamentos claros, coherentes y acordes su respuesta.

Posteriormente, el estudiante E6 presenta un problema de falacia de mal uso del lenguaje, debido a que su construcción gramatical es confusa o se presta para varias interpretaciones, lo cual resulta ser incorrecto al momento de argumentar, puesto que se estaría incumpliendo principalmente con uno de los principios fundamentales de la argumentación, el del convencimiento.

Tabla 10.
Sistematización de los resultados obtenidos a la pregunta 3 del cuestionario de indagación del nivel de argumentación

PREGUNTA: ¿Crees que es ético crear mascotas mezclando especies?, ¿Qué tipo de problemas podría presentar este tipo de mascotas?				
M.A.T	DATOS	JUSTIFICACIÓN	FUNDAMENTACIÓN	CONCLUSIÓN
EST.	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS
E1	La información proporcionada en la lectura	<i>Debido a que este animal no tendrá la libertad de reproducirse</i>	<i>Porque no tiene una hembra de la misma especie</i>	<i>No, no es ético</i>
E2	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque sería cómplice de esa barbarie Además pueden haber problemas al expresarse el transgen por el lugar en el que se inserta</i>		<i>No, no es ético</i>
E3	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque sería algo impactante que traería alergias y reacciones en contra de esta clase de animales.</i>	<i>Alergias y reacciones para con estos animales.</i>	<i>No es ético la creación de éstas especies</i>
E4	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque se pierde el sentido de una raza específica.</i>	<i>Despertando amenazas de algunas infecciones por bacterias que puede tener el mapache y que el perro no presente el antiviral contra él.</i>	<i>No, no es ético</i>

E5	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque las especies son únicas y pueden presentar problemas</i>		<i>No, no es ético</i>
E6	La información proporcionada en la lectura	<i>Porque sería muy dañino y podría ejercer enfermedades que no conociéramos.</i>		<i>No, no es ético</i>

El tercer y último interrogante del cuestionario está conformado por una pregunta cerrada y una abierta; permitiendo visualizar las posturas frente al tema en cada estudiante.

Por medio de las respuestas a la pregunta cerrada, el total de los estudiantes de la muestra concluyeron que “*no es ético la creación de éstas especies*”, basándose cada uno en sus conocimientos previos; en donde pudieron identificar una tesis adecuada para con la pregunta planteada.

En cuanto a la pregunta abierta, el total de los estudiantes de la muestra fundamentaron su respuesta, explicando y defendiendo a partir de ella sus propias conclusiones; en donde tuvieron en cuenta el manejo de datos del texto leído, lo cual es un recurso muy valioso para la argumentación. Así mismo, se basaron en el conocimiento que tenían para poder justificar las conexiones entre los datos y la conclusión, tomando como referencia la reproducción, las enfermedades y el sentido de una raza pura para con ésta especie.

Se concluye pues que a través de este instrumento ha sido posible la identificación de algunas limitaciones en la competencia argumentativa por parte de los estudiantes, ya que se manifiesta una dificultad para expresar las ideas y pensamientos cuando respondían a cada interrogante frente al tema de los alimentos transgénicos. Además, ellos utilizan un lenguaje breve y sólo en la última pregunta establecieron relaciones entre los diferentes componentes a analizar según el modelo argumental de

Toulmin. No obstante, se reconoce que el desconocimiento sobre la temática propuesta puede ser también un factor influyente en las respuestas que dan los estudiantes.

Por tal motivo, se infiere que la argumentación en el aula es necesaria para que los estudiantes desarrollen destrezas que posibiliten la apropiación de una explicación de lo aprendido en clase y la elaboración de nuevas explicaciones del mundo que los rodea.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

SEGUNDA PARTE

PRESENTACIÓN

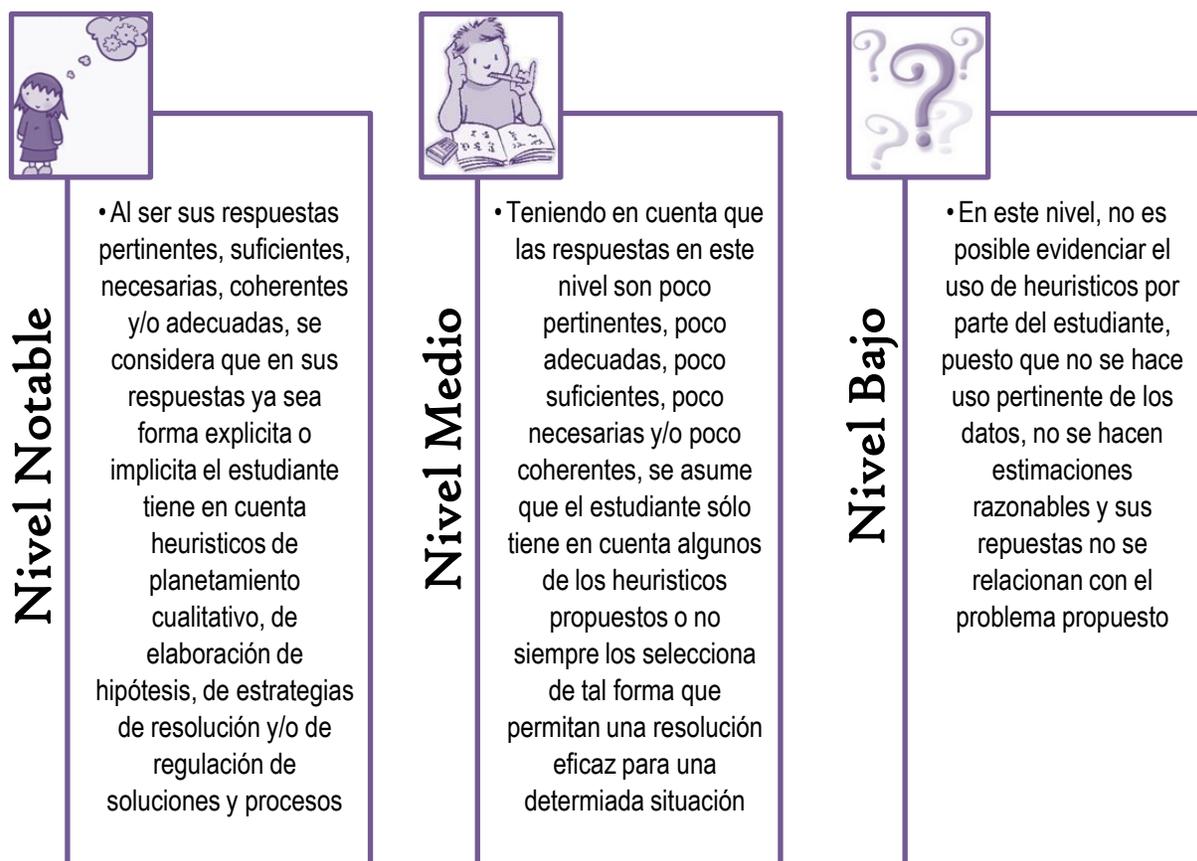
Según lo expresado por García (1998) las situaciones planteadas tienen dos intereses o perspectivas, de esta forma se toma la ciencia como el instrumento para desarrollar la capacidad de resolver problemas en los estudiantes, así mismo se busca que la resolución de problemas sea una herramienta útil para que los estudiantes aprendan la ciencia, o en este caso identifiquen las aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética.

Se tiene en cuenta para el análisis, que inicialmente los estudiantes tienden a dar respuestas de forma muy personal, usando analogías y metáforas y siendo especulativos. No obstante cuando las ideas de los estudiantes son más claras en relación con el objeto de conocimiento, la forma de expresarlas *se hace más formal, impersonal, precisa y rigurosa* (Sutton, 1997)

En este sentido se considera que el hecho de que los estudiantes respondan a una situación de forma tal que sus justificaciones, fundamentos y conclusiones resulten ser pertinentes, necesarias, suficientes, coherentes y adecuadas, conduce a pensar que no sólo ha asimilado los conceptos fundamentales sino que también ha empleado heurísticos que le permiten resolver la situación de forma eficaz y satisfactoria. Esto se representa a continuación (Figura 8) en la cual se relacionan las características para valorar los argumentos con los heurísticos sugeridos para la resolución de problemas, ambos presentados previamente en la metodología (Ver Cuadros 1 y 2).

Figura 8.

Possible relación entre los niveles de valoración de las cualidades caracterizan los elementos del MAT seleccionados con el empleo de heurísticos en el proceso de resolución de problemas

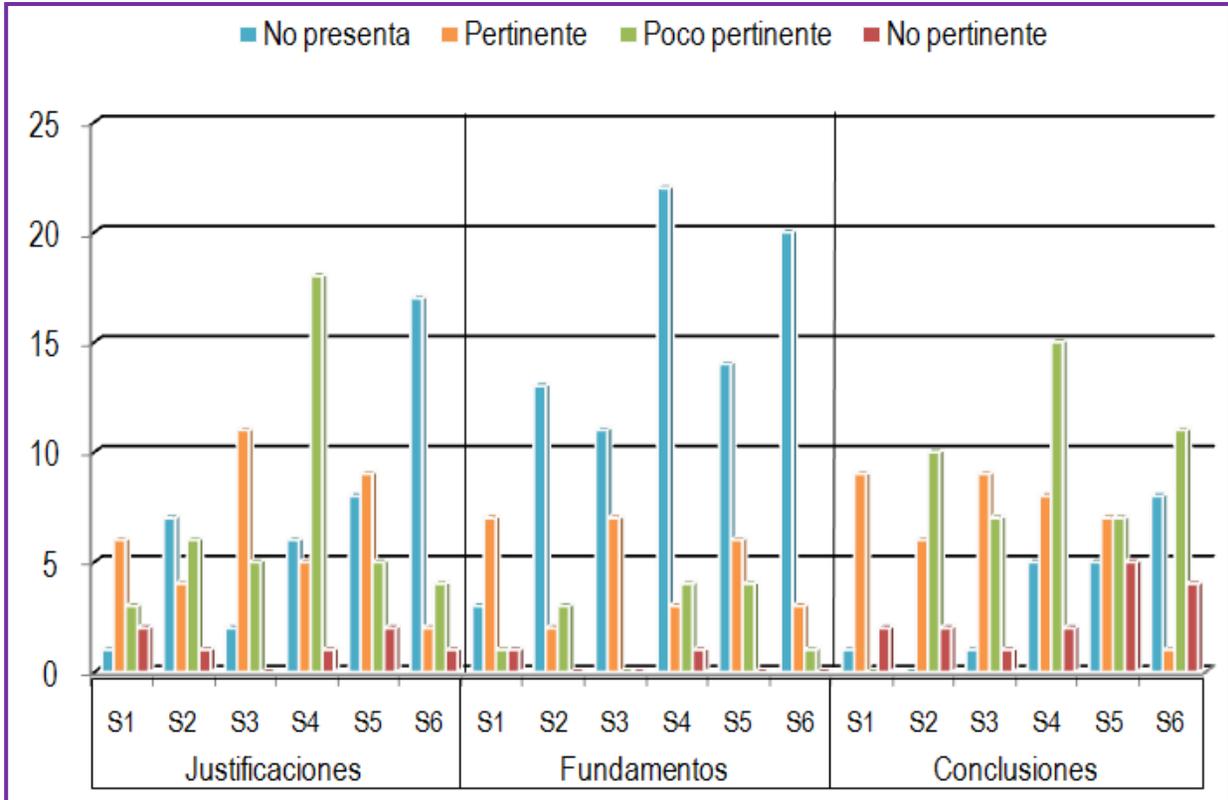


Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan los resultados de la valoración de las características mencionadas en la metodología de las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las respuestas de los estudiantes a las situaciones problemáticas propuestas en graficas de histogramas, en las cuales es posible apreciar como varían dichas características entre los mismos elementos del MAT y las situaciones problemáticas.

1. RESULTADOS

Figura 9.

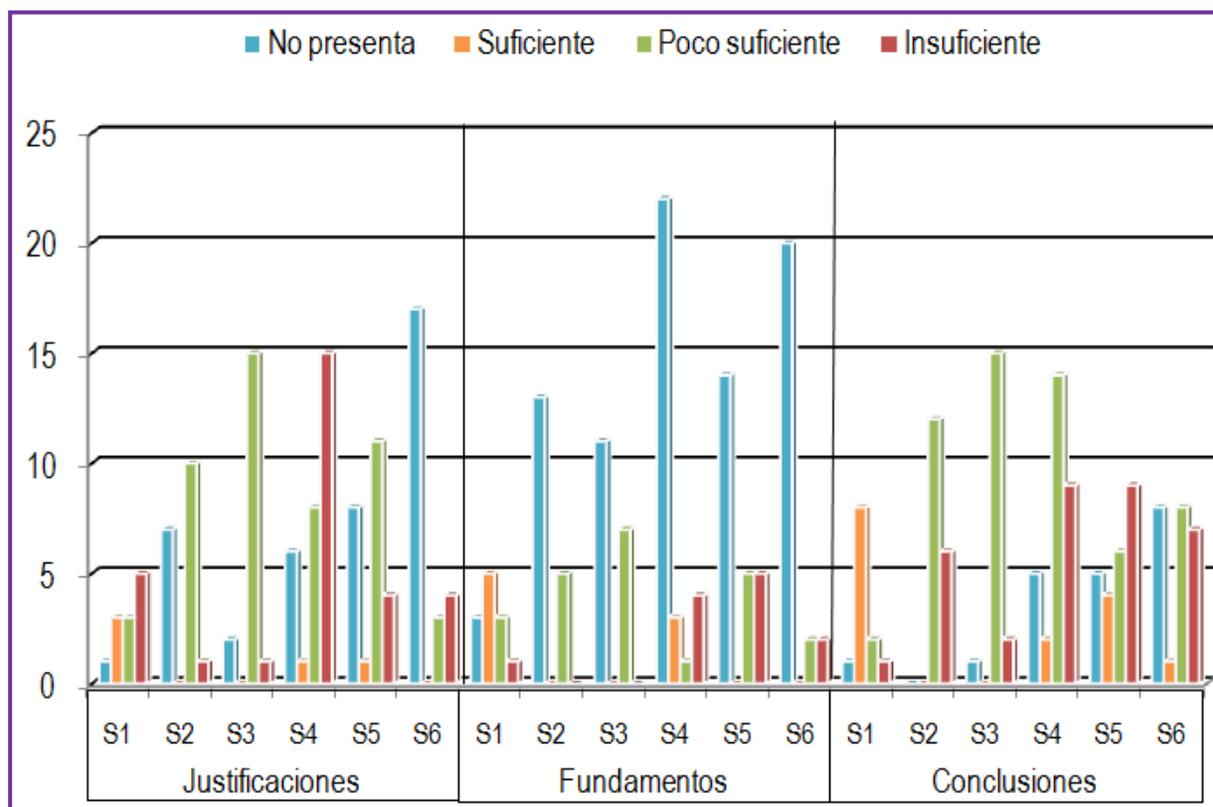
Pertinencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas



En el gráfico se observa que en la situación 6 es en la que menos justificaciones se presentan, aunque en sentido general, las justificaciones que dan los estudiantes son pertinentes y poco pertinentes, haciéndose esto más visible en las situaciones tres y cuatro respectivamente. En este sentido, llama la atención que en la mayoría de las situaciones sea menor la presencia de fundamentos, pero en aquellos casos en los que se presenta resultan ser pertinentes en todas las situaciones. Finalmente, en el caso de las conclusiones la mayoría resulta ser pertinentes y poco pertinentes, además de ser muy pocas las que no se desarrollan.

Figura 10.

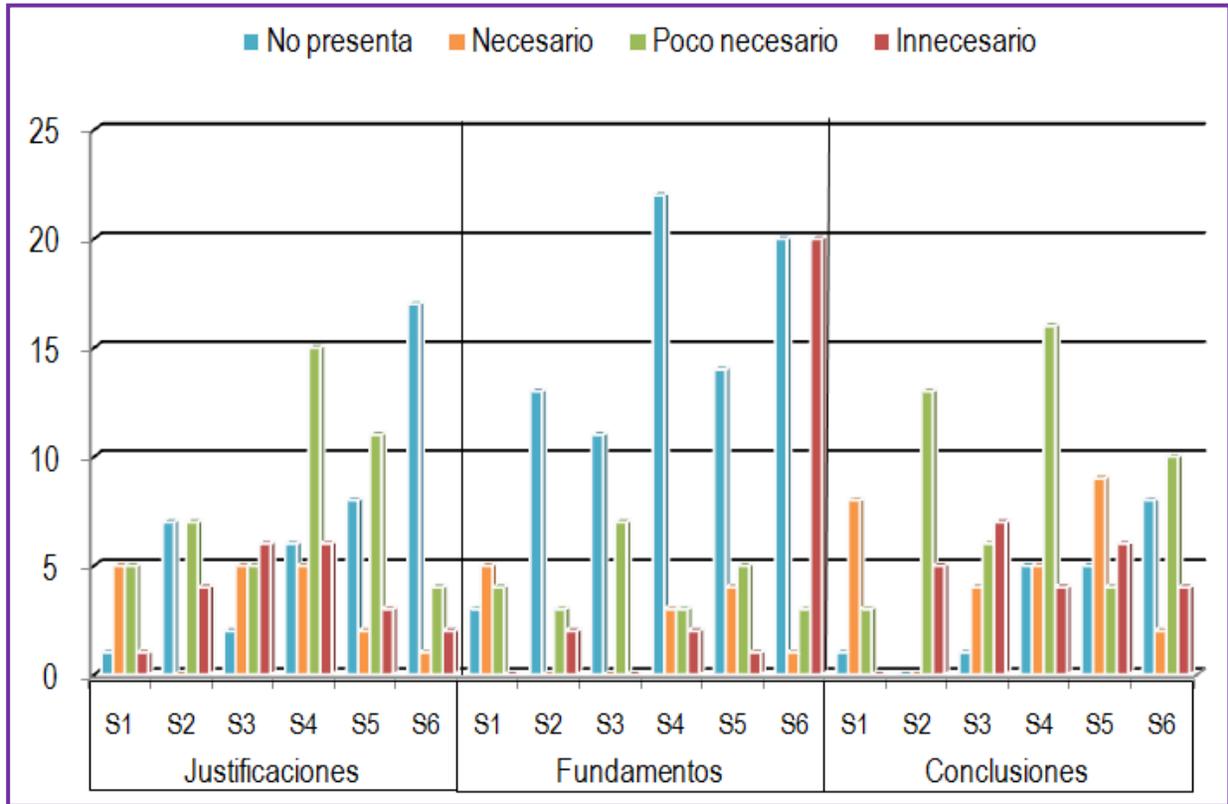
Suficiencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas



En cuanto a la información que se presenta en las justificaciones de las situaciones 2, 3 y 5 resulta ser poca. Mientras que en las situaciones 1, 4 y 6 es insuficiente, lo que indica que a los estudiantes se les dificulta incluir en sus justificaciones información que atienda a lo requerido por la actividad. Así mismo, al igual que en la pertinencia, los estudiantes no presentan fundamentos para dar respaldo a sus respuestas, pero cuando lo tienen en cuenta sólo incluyen una parte de la información requerida, excepto en la situación 1 en la que la información usada es óptima. De esta forma, la mayoría de las conclusiones de los estudiantes son poco suficientes e insuficientes, especialmente en las situaciones 4, 5 y 6; aunque la situación 1 sobresale por la presencia de conclusiones en las que la información incluida resulta ser suficiente.

Figura 11.

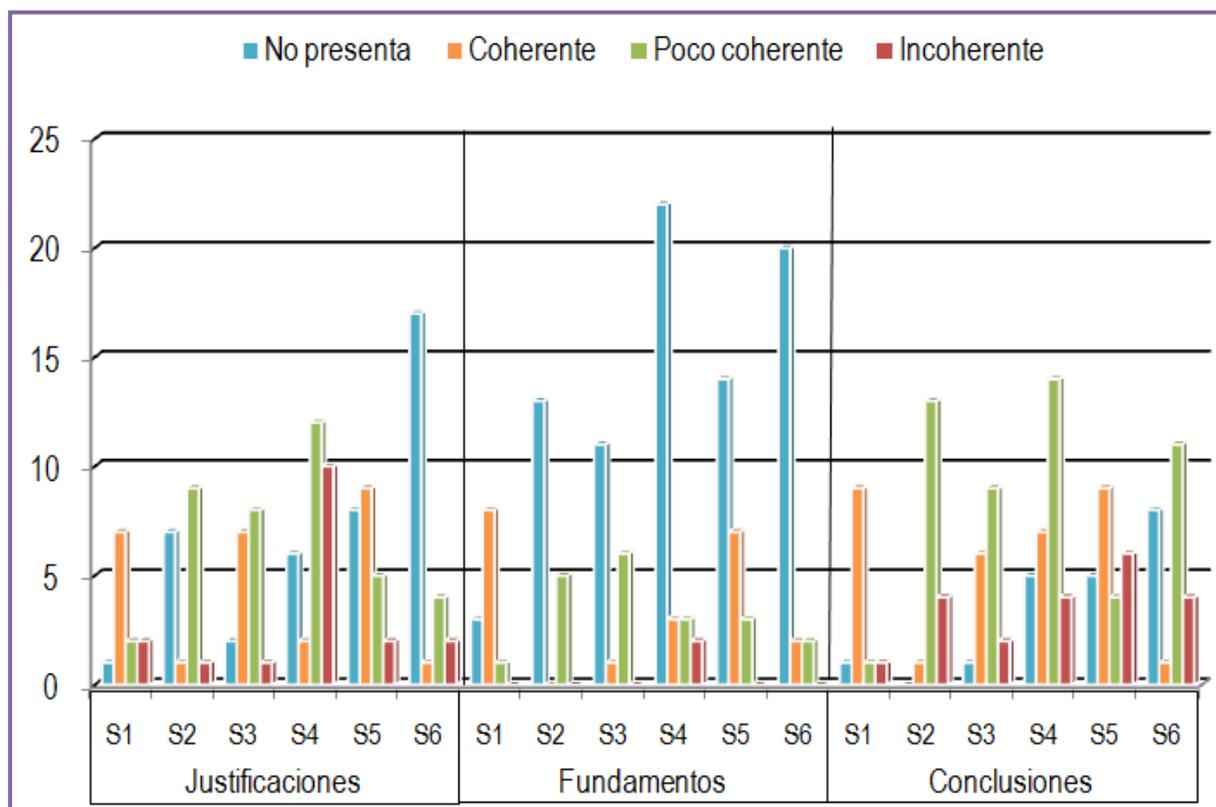
Necesidad de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problémicas



En relación a la necesidad de la información tenida en cuenta por los estudiantes en las justificaciones es clara la poca necesidad y la ausencia de la misma; así mismo, es de anotar que en la misma, se presenta en un bajo número respuestas innecesarias y otras escasas necesarias. En el caso de los fundamentos, se destaca la no presencia de los mismos, y cuando se incluyen en las respuestas a las diferentes situaciones la información que se tiene en cuenta resulta ser poco necesaria. Igualmente llama la atención los resultados obtenidos en la actividad 6, en la cual la no presencia de fundamentos es muy elevada y cuando se incluyen, la información es considerada como innecesaria. Contrario a esto, la información tenida en cuenta por los estudiantes en las conclusiones en muchos casos es imprescindible o relevante al igual que poco necesaria y son relativamente bajas aquellas conclusiones en las que la información es innecesaria.

Figura 12.

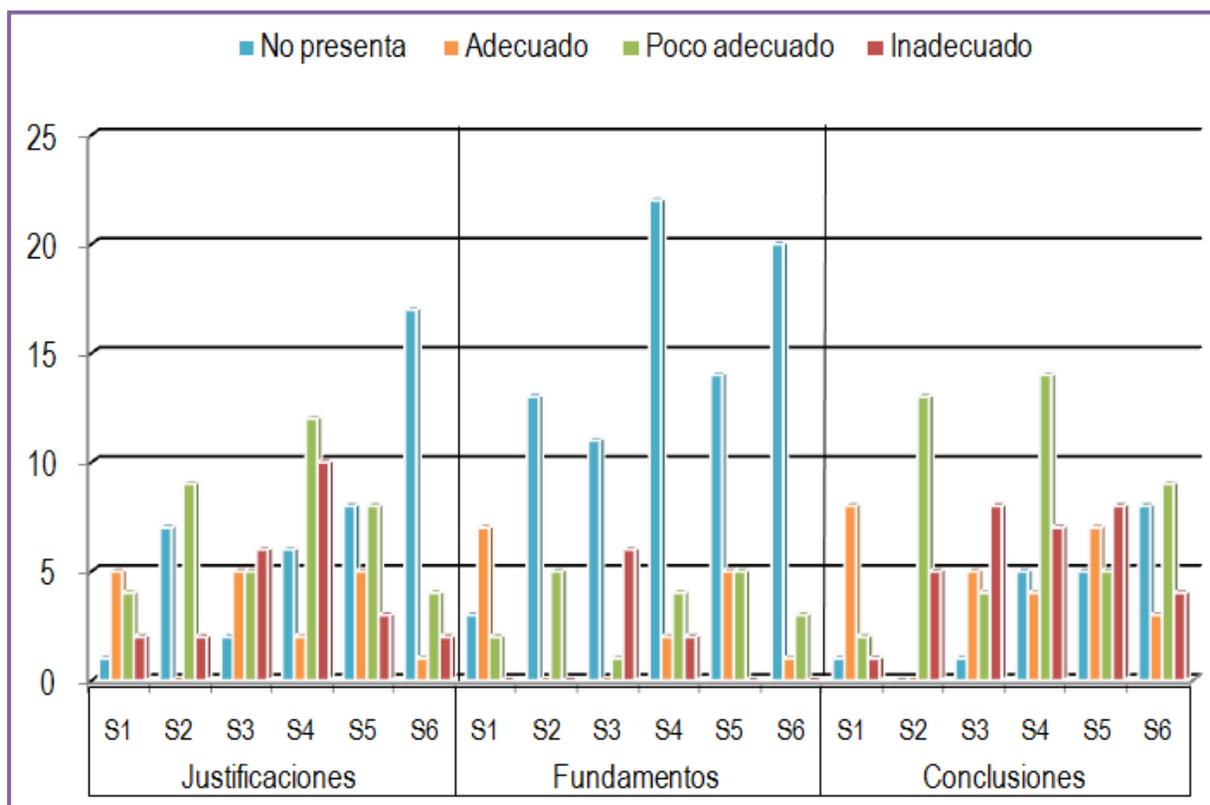
Coherencia de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas



En las justificaciones de las situaciones 1, 3 y 5 los estudiantes se muestran coherentes en relación con la conclusión y los datos; mientras que en las situaciones 2, 3 y 4 dicha coherencia es poca o la información que da el estudiante no es explícita, aunque en la situación 4 igualmente las justificaciones de los estudiantes son incoherentes y en la situación 6 la mayoría no justifican su respuesta. En cuanto a los fundamentos resultan ser coherentes en las actividades 1, 4, 5 y 6; mientras que en las actividades 2, 3, 4 y 6 la información no es explícita. Igualmente se aprecia la falta de fundamentos en las explicaciones que los estudiantes dan a las situaciones. Finalmente la mayoría de las conclusiones guardan una relación explícita o implícita con los datos, las justificaciones y/o los fundamentos. Son pocos los casos en los que los estudiantes llegan a conclusiones incoherentes o que no las presentan en lo absoluto.

Figura 13.

Adecuado de la información que se incluye en las justificaciones, fundamentos y conclusiones de las situaciones problemáticas



En las justificaciones la información que presenta el estudiante desde el punto de vista disciplinar en su mayoría es poco adecuada y adecuada, aunque también es posible apreciar en el gráfico que hay justificaciones que sobresalen por ser inadecuadas (como es el caso de las situaciones 3 y 4) y otras que no se desarrollan. En este sentido, los fundamentos o respaldos tienden a ser adecuados y poco adecuados en las situaciones excepto en E3 donde es mayor el uso de información inadecuada desde el punto de vista disciplinar. Finalmente, las conclusiones de los estudiantes en la mayoría de las situaciones resultan ser inadecuadas y en otras pocas, sólo una parte de la información resulta ser apropiada.

2. ANALISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se tienen en cuenta las características de los argumentos presentadas en la metodología y las relaciones entre los niveles de valoración de los elementos del MAT y los heurísticos (Figura 8).

Las respuestas de los estudiantes se transcriben en una matriz (Cuadro 4) la cual se incluye en el ANEXO 9 a través de la que será posible hacer las diferentes valoraciones y el análisis de las respuestas de cada uno de los estudiantes a las actividades. Se aclara que las respuestas de los estudiantes no han sido modificadas, excepto por algunos errores de ortografía. Además, los datos en la mayoría de los casos son los suministrados en los enunciados de las diferentes situaciones, los cuales no siempre son pertinentes necesarios o suficientes para resolver las situaciones.

Cuadro 4.

Matriz de análisis en la que se incluyen los elementos del MAT y las características a valorar en las respuestas de los estudiantes. Adaptado de Henao (2010).

PREGUNTA:																									
M.A.T	DATOS						JUSTIFICACIÓN						FUNDAMENTACIÓN						CONCLUSIÓN						
ESTUDIANTE	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	

A continuación se presenta pues, el análisis de cada una de las actividades.

2.1 Análisis de las respuestas a las situaciones problemáticas propuestas

“Nuestros objetivos como docentes no se reducen a enseñar biología, sino que también incluyen formar ciudadanos y ciudadanas capaces de resolver problemas, de participar en la toma de decisiones”

Jimenez Aleixandré

2.1.1 Situación problemática 1

Al ser esta la primera actividad, es de notar el compromiso de los estudiantes frente a la situación problema que se les presenta, después de enfrentarlos a diversas situaciones para detectar sus conocimientos previos, esta actividad se convierte en un preámbulo para el desarrollo de argumentos, la elaboración de heurísticos y el buen desempeño frente a la resolución de problemas de la vida cotidiana.

El problema que se les plantea en esta primera actividad tiene la información necesaria y suficiente sobre malaria y anemia, la respuesta de cierta manera está implícita, pero los estudiantes tienen que comprender la situación, identificar y reconocer los diferentes tópicos, de este modo adquieren los argumentos necesarios para llegar a una conclusión. Además tienen la posibilidad de hacer una consulta externa y documentarse más sobre la problemática expuesta.

Todos los estudiantes (E1, E2, E3, E4, E5, E6) dan respuesta a la actividad demostrando de este modo su interés por la situación problema que se les plantea. De dos cuestiones que se le plantea a cada estudiante solo E4 no da respuesta a una de estas cuestiones, : esta situación puede ser causada por su poco interés o por la no comprensión de la temática que se le planteo, aunque E4 en el momento de la discusión argumento mediante un buen discurso sus consideraciones sobre los nuevos avances científicos y tecnológicos en la iniciación de estudios para transformar

genéticamente a los individuos y hacerlos inmunes ante la enfermedad de la malaria, siendo el análisis de los datos una interpretación de los resultados, desciframos que E4 maneja un argumento oral más que el escrito ya que a la hora de hacer una comparación de sus respuestas escritas y de sus respuestas orales. Se destaca, la buena comprensión del concepto, apoyándose en buenos argumentos para llegar a una conclusión.

La mayoría de los estudiantes desarrollan justificaciones, a través de las cuales se observa la asimilación de la actividad, desarrollando fundamentos válidos, basados en los datos que se les proporciono. Es de aclarar que E6 no desarrolla fundamentos, lo cual esto puede ser por su falta de confianza en sí mismo, ya que a la hora de debatir el tópico E6 es uno de los estudiantes que no aporta nada ante la problemática, su silencio puede deberse al miedo a equivocarse.

Todos los estudiantes (E1, E2, E3, E4, E5, E6) llegan a las mismas conclusiones, en las cuales coincidiendo que las donde personas que poseen la anemia falciforme están protegidas contra la malaria y para las personas que no poseen anemia es posible que mediante avances científicos y tecnológicos se creen individuos inmunes ante la malaria. Se observa que son iguales las conclusiones, pero el camino para llegar a éstas, como las justificaciones y los fundamentos no son iguales. Por lo que apoyadas en. Polya (1980) quien señala que “resolver un problema consiste en encontrar un camino allí donde previamente no se conocía tal, encontrar una salida para una situación difícil, para vencer un obstáculo, para alcanzar un objetivo deseado que no puede ser inmediatamente alcanzado por medios adecuados” (citado por Joaquín Martínez & Carlos Sifredo, p 108). De esta manera adquiere sentido la resolución de problemas en la medida que comprueba la eficacia y posibilita el perfeccionamiento de la acción docente.

Los estudiantes construyen explicaciones lógicas ante una problemática de la vida cotidiana, tomando posturas propias y razonando de manera acorde a la nueva información que se le proyecta en la situación problema, apoyándonos en Helena

Escudero (s.f) en su artículo la argumentación: cómo crear buenos argumentos y cómo detectar falacias. Los estudiantes en este ítem desarrollaron argumentos identificando las causas y los efectos, por un lado los estudiantes se preguntaron él por qué de la situación (causas) y por el otro lado, la situación problemas los llevaba a mirar las consecuencias (efectos).

Es de notar que existen estudiantes que desde nuestro punto de vista argumentan mejor que otros, tal es el caso de E5 que en sus argumentos muestra objetividad y razonamiento lógico, dejando ver sus premisas para llegar a la conclusión. Con esto no se quiere decir que los demás estudiantes no tienen buenos argumentos solo que en esta situación E5 ha desarrollado un argumento más elaborado, además se tiene a E4 que al no completar la actividad deja sus argumentos a medias, no detallando en lo que se le pedía, y es de extrañarse esta situación ya que E4 es altamente responsable.

2.1.2 Situación problémica 2

Frente a los interrogantes propuestos por esta actividad, el estudiante E1 en sus respuestas tiene como primera fuente de información lo que sabe o conoce desde su vivencia cotidiana; aunque en algunas preguntas él se basa en los datos suministrados en la actividad y los obtenidos durante las clases en las que se trabajó el tema de la terapia génica, para formular su conclusión.

En cuanto a las justificaciones y fundamentos que da el estudiante, no se presentan razones ‘válidas’⁴ ni conocimientos básicos para justificar o fundamentar su conclusión, los cuales Aleixandre (1998) menciona que servirían para respaldar y

⁴ Se entiende por válido, a lo que se permite confrontar con la aceptación social y cultural, así como con la legitimidad y veracidad.

verificar las conexiones entre los datos suministrados y la conclusión a la que se llegó, para poder lograr un buen argumento, cosa que E1 no alcanza en esta actividad. Por esto, nos remitimos a lo que menciona José Alejandro Ramírez en su escrito *“Análisis de Argumentos: Una Estrategia Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento Crítico”*, que una opinión sin razones que la apoyen no es un argumento, es simplemente una opinión y eso es lo que nos brinda este estudiante en sus respuestas.

En las actividades se trabajaban unos estándares para mirar lo conceptual, a los que E1 trabajo o tuvo en cuenta de forma mínima ya que no analizo ni profundizo en las características e impactos de la terapia génica como método de manipulación genética. Aunque, si le dio un valor al papel de la ciencia y la tecnología en la calidad de vida de las personas en cada respuesta dada, pues siempre tuvo en cuenta los beneficios que esta trae pero asimismo los riesgos que vienen con ella.

El estudiante E1, utiliza en sus respuestas heurísticos, de reconocimiento al problema, con el fin de identificar las partes que le permitirán determinar los datos necesarios al momento de enfrentarse y resolver el problema. Estos heurísticos se dejan ver implícitamente por las respuestas que da el estudiante durante la solución de la actividad.

El estudiante E2 en sus respuestas tiene en cuenta la información de consultas hechas por él, como apuntes de clases y así mismo los conocimientos empíricos que posee a través de su experiencia cotidiana y perceptiva, al momento de formular sus conclusiones, las cuales presentan relaciones con los datos gracias al respaldo o garantía de las justificaciones y fundamentos que presento en sus respuestas. Pero a pesar que el estudiante maneja una buena fuente de información no sabe relacionarla de forma coherente al momento de responder, puesto que sus ideas parecen no relacionarse unas con otras, haciendo que sus argumentos no defiendan sus posturas, aunque de una manera u otra si se muestra la conexión de los datos y la conclusión. A lo que el ICFES menciona, que para que se dé una argumentación es necesario dar

razones coherentes, justificaciones y motivos que den sentido a la resolución de una problemática de forma clara y entendible. (Tobon, 2005).

Con respecto a lo conceptual, E2 hace alusión en algunas de sus respuestas a los estándares de la actividad, pues analiza tanto los datos suministrados como los datos obtenidos por él en otras fuentes, para profundizar en los impactos y características de la terapia génica, al momento de dar respuesta a los interrogantes.

El estudiante E2, utiliza en sus respuestas algunos heurísticos de reconocimiento del problema, de elaboración de hipótesis y de estrategias de resolución, las cuales se dejan ver implícitamente por las respuestas que da el estudiante durante la solución de la actividad. Estas herramientas heurísticas están dadas en las preguntas: ¿Qué le está pidiendo el problema?, ¿Qué información adicional conoce? ¿Qué cree le puede ayudar a solucionar el problema?, ¿Qué información no conoce? ¿Qué debe saber?, Búsqueda de patrones análogos y ¿Qué acciones va a emprender para obtener la respuesta? Todo esto con el fin de identificar los pasos o procedimientos que le permiten determinar los datos necesarios y las estrategias de resolución al momento de enfrentarse y resolver el problema.

El estudiante E3 expresa sus conclusiones frente a los interrogantes, pero no da argumentos ‘válidos’ para respaldarlas, porque aunque parece justificar su tesis solo tiene en cuenta los datos suministrados, los cuales no toman un marco general de la situación problémica para dar respuesta a las preguntas, dejando de lado otras circunstancias que aportan más a la razones para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión dada por él. En cuanto a su fundamentación, él estudiante tiene en cuenta algunas veces los apuntes de clase, con lo cual pretende aportar o dar respaldos a las conclusiones a las que llego. Es por esto que nos apoyamos en la afirmación de Larrain (2009) “la argumentación permite elaborar y defender nuestros puntos de vista, logrando promover el desarrollo cognitivo frente a una situación”, pero el estudiante no muestra en su tesis un conocimiento básico o razón para poder

defender su postura a partir de las circunstancias que brinda en su conclusión, sino, que por el contrario, da una simple opinión como lo dice Ramírez (...).

En cuanto a lo conceptual, E3 hace alusión en sus respuestas a uno de los estándares de la actividad, ya que menciona algunos de los impactos de la terapia génica al momento de dar respuesta a los interrogantes, pues analiza tanto los datos suministrados como los datos obtenidos en las clases.

El estudiante E3, utiliza en sus respuestas algunos heurísticos de reconocimiento al problema, los cuales se dejan ver implícitamente por las respuestas que da el estudiante durante la solución de la actividad y son: ¿Qué le está pidiendo el problema?, ¿Qué información adicional conoce que considera le puede ayudar a solucionar el problema? Y ¿Qué clase de disciplina (es decir, área de conocimiento como las ciencias sociales, ciencias naturales, español, etc.) le permite solucionar el problema? Esto con el fin de identificar las partes que le permitirán solamente determinar los datos necesarios al momento de enfrentarse y resolver el problema.

El estudiante E4 presenta conclusiones de cada uno de los interrogantes, más éste no fundamenta, es decir, no cumple con uno de los componentes del MAT a analizar, el cual según Toulmin (1993) lo define como el conocimiento básico para asegurar la justificación y al mismo tiempo dar garantías o respaldos que permitan conectar los datos con la conclusión. Además, sus justificaciones son basadas tanto en los datos suministrados por la actividad como por los apuntes de clase y otras fuentes de información, pero aunque tiene bases muy significativas para argumentar, no las relaciona de forma coherente y clara con la información que se le pide para lograr la conexión de los datos y la tesis, debido a que las evidencia como razones ‘válidas’ que sirvan de respaldo frente a sus conclusiones.

En cuanto a lo conceptual, E4 tiene presente alguno de los aspectos de los estándares de la actividad, ya que menciona algunos de los riesgos que trae la

manipulación genética al dar respuesta a los interrogantes, pues analiza tanto los datos suministrados como los datos obtenidos en las clases y consultas hechas por él.

El estudiante E4, utiliza en sus respuestas algunos heurísticos de reconocimiento al problema y de elaboración de hipótesis y estrategias de resolución, los cuales se dejan ver implícitamente por las respuestas que da el estudiante durante la solución de la actividad y son: ¿Qué le está pidiendo el problema?, ¿Qué información adicional conoce que cree le puede ayudar a solucionar el problema?, ¿Qué información no conoce que debe saber?, Búsqueda de patrones análogos y ¿Qué acciones va a emprender para obtener la respuesta?. Todo esto con el fin de identificar las partes que le permiten determinar los datos necesarios y las estrategias de resolución al momento de enfrentarse y resolver el problema.

Mientras el estudiante E5, presenta conclusiones en cada uno de los interrogantes, al momento de fundamentar no profundiza en la respuesta para asegurar la justificación ni da garantías o respaldos que permitan conectar los datos con la conclusión. En cuanto a las justificaciones, éstas son basadas tanto en los datos suministrados por la actividad como por otras fuentes de información, en donde por medio de estos datos logra relacionar de forma clara la información que se le pide pero de forma superficial, ya que no fundamenta con ningún tipo de conocimiento básico sus justificaciones, haciendo faltantes razones 'válidas' que sirvan de respaldo frente a sus conclusiones.

El estudiante E5, utiliza en sus respuestas algunos heurísticos de reconocimiento al problema y de elaboración de hipótesis y estrategias de resolución, los cuales se dejan ver implícitamente por las respuestas que da el estudiante durante la solución de la actividad y son: ¿Qué le está pidiendo el problema?, ¿Qué información no conoce que debe saber?, Búsqueda de patrones análogos y ¿Qué acciones va a emprender para obtener la respuesta? Todo esto con el fin de identificar las partes que le permiten determinar los datos necesarios y las estrategias de resolución al momento de enfrentarse y resolver el problema.

Por último, el estudiante E6 no tiene en cuenta la información proporcionada en la actividad ni hace uso de otras fuentes de consulta para dar su justificación, aunque presenta conclusiones que dan respuesta a los datos, éstas no están ni fundamentadas ni mucho menos justificadas. Es decir, muestra su posición frente a la problemática, pero no presenta razones para respaldar su argumento, como lo menciona Ramírez (...) si no hay premisas que fundamenten la posición del estudiante, eso es simplemente una opinión que no es sensible de análisis para determinar la probabilidad de su veracidad. Mientras que un argumento sería el esfuerzo que no presentó E6 para convencer a los demás de que tenía razón y así poder establecer las razones 'válidas' requeridas ante esta situación problemática.

El estudiante E6, no evidencia ni de forma explícita ni implícita mediante sus respuestas el uso de heurísticos, es decir, que todas sus respuestas son dadas a partir de su conocimiento empírico.

En cuanto a lo conceptual, los estudiantes E5 y E6 no tiene presente los estándares de la actividad, ya que ninguna de sus respuestas son fundamentadas por algún conocimiento básico para respaldar o dar garantía a sus justificaciones, ya sea a través de los datos suministrados por la actividad, por clase o por consulta. Como lo menciona Jiménez y Díaz (2003) es necesario relacionar los datos y las conclusiones, así como evaluar los enunciados teóricos y empíricos o procedentes de otras fuentes para dar un buen fundamento y justificación.

2.1.3 Situación problemática 3

El estudiante E1 'argumenta'⁵ sus respuestas pero deja ver sus dudas frente a ellas, debido a que no presenta conocimientos básicos para defender sus justificaciones

⁵ Razonamiento que se emplea para probar o demostrar una proposición, o bien para convencer a alguien de aquello que se afirma o se niega.

y dar respaldo a las relaciones entre los datos y las conclusiones, haciendo que las razones que él presenta frente a los interrogantes de la situación problémica no sean 'válidos'.

E1 con respecto a la resolución de problemas, mostro la misma percepción de tensión intelectual y de la actitud de enfrentar y solucionar el problema que presentaba en la aplicación de los instrumentos de ideas previas anteriormente analizados, pero lo que cambio fue que el estudiante no busco estrategias de resolución, es decir, no hizo uso de los heurísticos que inicialmente tenía presente para poder enfrentarse y buscar la solución a un problema dado.

Los estudiantes E2, E3, E4, E5 y E6, para dar respuestas a los interrogantes de esta actividad se basan en las 'creencias' religiosas, tanto en su justificación como en su fundamentación y conclusión, mencionando que "*Dios es el creador de todas las cosas*", pero frente a estas razones no es necesario fundamentar su afirmación, como lo menciona Ramírez (...) no se requiere tener razones lógicas para fundamentar su creencia, simplemente creen y ya, porque en asuntos de 'creencias' ⁶ religiosas, simplemente no son necesarias. Aunque, desde el punto de vista disciplinar eso no sería una respuesta de argumentación, puesto que no se fundamenta en un conocimiento básico, que presente reglas y principios para que se logre la capacidad de relacionar los datos y las conclusiones frente a los datos enunciados tanto de manera teórica, como empírica o procedente de otras fuentes (Jiménez, 2003).

Con respecto a la resolución de problemas los estudiantes E2, E3, E4 y E5, cambiaron su actitud y percepción frente al problema. El estudiante E2 antes presentaba una actitud de preocupación y buscaba soluciones inmediatas frente al problema, ahora muestra que toma su tiempo para analizar bien la situación, reconocer el problema y enfrentarlo por medio de estrategias de resolución, es decir, heurísticos; El estudiante E3 antes, sin reconocer el problema utilizaba estrategias de resolución

⁶ Desde el discurso lógico es un constructo mental que organiza de manera coherente y lógica las creencias y modos de interpretar la realidad.

para buscar una solución inmediata, ahora reacciona de forma pensante para encontrar la solución y buscar los posibles errores a su primera solución dada; E4 analiza nuevamente la situación y E5 presenta una actitud de deseo de enfrentarse nuevamente y no de preocupación como lo mostro en el instrumento de ideas previas, además presenta estrategias de resolución; en fin E4 y E5 se enfrentan y buscan una nueva solución frente al problema. Asimismo tiene en cuenta los errores de la primera solución dada por ellos.

Mientras E6, no presenta una percepción frente al problema, como el mismo lo menciona le da “pereza enfrentarse nuevamente a él”, pero cambia su actitud en que ahora si enfrenta el problema.

En cuanto a lo conceptual, ninguno de los estudiantes cumple con el estándar propuesto con la situación problémica, porque no argumenta ninguna de sus respuestas, debido a que las fundamentan y justifican desde la ‘creencia’ católica. Por esto nos apoyamos en el pensamiento de Popper (1994) quien afirma que frente al tema de la argumentación es necesario que aprendamos a distinguir con claridad lo que es un conocimiento científico, es decir razonado, y no el producto de las simples ‘creencias’ y convicciones personales, políticas o religiosas impuestas sin ningún fundamento.

2.1.4 Situación problémica 4

En esta situación, E1 no presenta fundamentos excepto en la tercera pregunta y deja sin responder las preguntas cuatro y cinco. En las respuestas que da en las cuestiones restantes, es posible apreciar su desacuerdo frente a la manipulación genética, esto se deduce de respuestas en las que se refiere a la misma como una forma de injusticia y de rechazo; adicionalmente hace especial énfasis en las posibles consecuencias que puede tener la manipulación. En uno de sus fundamentos explica

que existe la posibilidad que en un organismo⁷ no manipulado esté la cura a otras enfermedades⁸. Aun así, sus respuestas son débiles respecto a la pertinencia, suficiencia, coherencia, necesidad y lo adecuado de la información. Por lo tanto se asume que su uso de heurísticos fue igualmente débil ya que no logró identificar el interés de la problemática.

Esto se ejemplifica en la respuesta que la estudiante da a la pregunta dos⁹ de la situación, en la cual afirma que no está de acuerdo con la manipulación. Dicho desacuerdo lo justifica diciendo: *'pienso que no es adecuado para el embarazo porque no es justo que mates una parte tuya y además si planeaste desde un principio que se creara vida dentro de ti, no es lo adecuado, es incorrecto que por algo que salió mal porque era un proceso al azar'*. Es posible afirmar que la justificación la estudiante explica su postura desde la moral al relacionarla con el aborto y al diferenciar aquello que es adecuado, de lo que considera incorrecto. Probablemente esto se debe a que en la pregunta se les plantea una situación en la que se afirma que cuando se encuentran defectos en el feto hay dos opciones, el aborto o que el bebé nazca afectado. Es evidente que esto causó impacto en la estudiante y la distrajo del interés de la pregunta, ya que la manipulación se propone como una tercera opción que garantice la supervivencia del bebé.

En este caso, no es posible evidenciar coherencia entre su respuesta (o conclusión) y la justificación que da; además de no guardar relación con los datos proporcionados. Frente a este aspecto, el convenio para la protección de los Derechos Humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina en su artículo 13 enuncia que "Únicamente podrá efectuarse una intervención que tenga por objeto modificar el genoma humano por razones preventivas, diagnósticas o terapéuticas y sólo cuando no tenga por finalidad la

⁷ Hace especial alusión a la manipulación genética de las personas.

⁸ Respuesta que da luego de realizar una consulta

⁹ El diagnóstico y la manipulación genética, tiene como objetivo que nazcan niños y niñas sanos, y que se eliminen enfermedades genéticas para las futuras generaciones. ¿Cuál es tu opinión al respecto?

introducción de una modificación en el genoma de la descendencia". El conocimiento de dicha información es importante durante el proceso de resolución, a que de alguna forma podría modificar o cambiar la postura de la estudiante frente a la manipulación. No obstante no se hace perceptible en los estudiantes la búsqueda de la misma.

Por otra parte según la respuesta que E1 da a las preguntas de la situación se presume que la estudiante posiblemente tiene una visión que se podría calificar como 'catastrófica'¹⁰ de la manipulación ya que tiende a relacionarla con enfermedades y con formas de rechazo que conducen a la injusticia. Frente a lo cual en cierta medida no se equivoca, pero aun le falta considerar aquellas ventajas o beneficios que puede traer consigo la manipulación de los organismos.

En este sentido, para la primera pregunta de la situación, la selección de características genéticas es reconocida como una forma de genoísmo¹¹ por los estudiantes, excepto por E6. El grupo en general lo relaciona con una forma de discriminación. En este caso, E2 explica que sería una forma de rechazo social y laboral, ya que *muchas personas necesitan trabajar para sustentarse (Justificación)* por lo que este método de selección *aumentaría el desempleo y la desnutrición en nuestro país (fundamento)*. Lo que sería según Escudero (s.f) un argumento de causa-efecto, ya que la estudiante está diciendo que si hay desempleo, la gente no va a tener con qué comer, lo que llevaría a la desnutrición.

Por otra parte, E2 al igual que E1 considera que la manipulación es una injusticia. Sin embargo, se diferencia de este último en que ofrece una fundamentación al hacer un acercamiento al posible impacto que puede tener la implementación de esos métodos de selección. En este sentido, E3 afirma que de ser así entonces *habrían diferentes tipos de discriminación como la racial, la sexual y ahora la genética*; su

¹⁰ Los estudiantes en su mayoría sólo parecen considerar el lado de negativo de la manipulación, esto se aprecia en muchas de las respuestas en las que dicen que a través de la manipulación se pueden crear nuevas enfermedades

¹¹ El genoísmo hace alusión a la discriminación de las personas al ser consideradas inferiores por tener algún defecto en su genoma. Esto se relaciona con la Eugenesia que consiste en el perfeccionamiento de la raza a través de la manipulación genética o la selección de características 'deseables'

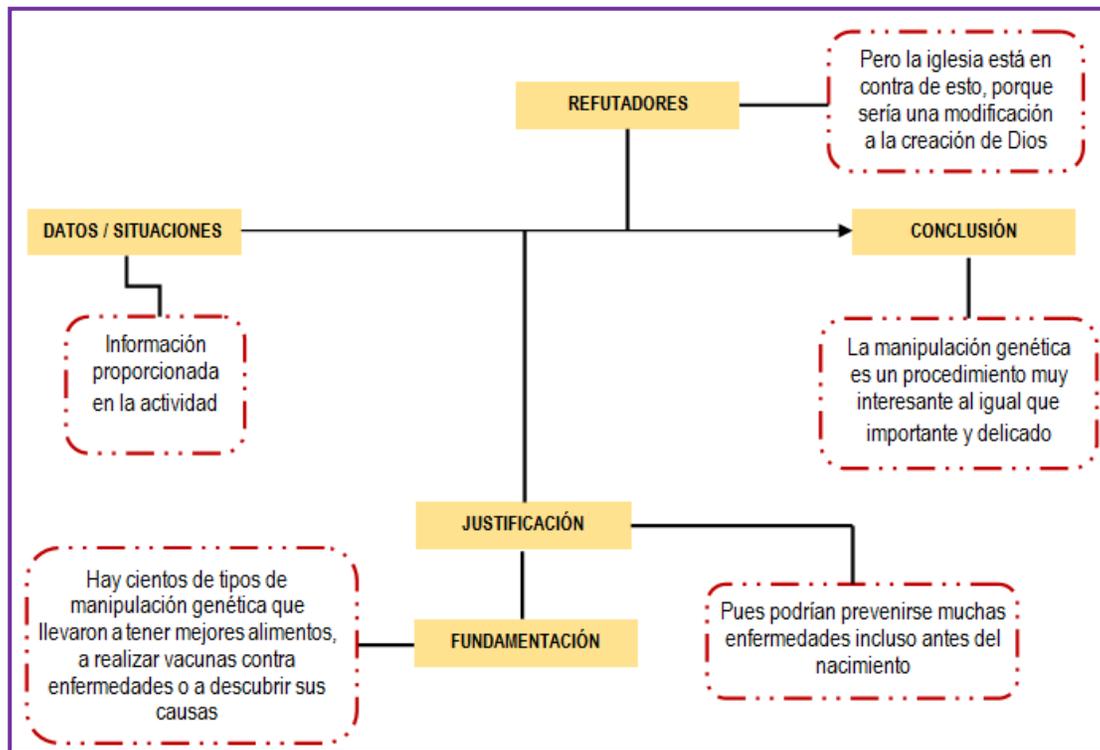
argumento se apoya en analogías, es decir, está comparando el posible efecto que tiene la selección de OGM con los efectos de formas que se han tachado de rechazo en la sociedad como la sexual y la racial. Mientras que E4 frente a esta misma cuestión, sin fundamentos afirma que *es posible que en un futuro escojan a la gente 'perfecta' para que gobierne y sea la dueña de todo*. Frente a este aspecto, en el artículo 6 de la Declaración Universal sobre el Genoma y los Derechos Humanos dice que: "Nadie podrá ser objeto de discriminaciones fundadas en sus características genéticas, cuyo objeto o efecto sería atentar contra sus derechos y libertades fundamentales y el reconocimiento de su dignidad". Según las apreciaciones de los estudiantes y la información que se tiene disponible no sólo en la web sino también en libros y revistas con respecto al tema de manipulación, se intuye que sus respuestas son empíricas, ya que no se evidencia el uso de otro tipo de información que dé respaldo a lo que expresan.

Continuando con E2, se tiene que responde a todas las preguntas formuladas de la situación y da respaldo a sus justificaciones apoyándose en información obtenida de diferentes fuentes de consulta, excepto en las preguntas 3 y 5. En este sentido, en algunas de las respuestas que la estudiante suele dar a las situaciones es posible evidenciar lo que Escudero (s.f) llama argumentos de autoridad, ya que la estudiante está haciendo uso de fuentes calificadas para hablar del tema que se discute, aunque igualmente falla al no citarlas en algunos casos.

Por otra parte, es de resaltar que en la pregunta dos, la estudiante incluye una refutación en su respuesta ya que menciona que *la iglesia está en contra* de la manipulación *porque sería una modificación a la creación de Dios*. Debido a que la respuesta de la estudiante a la segunda pregunta de la situación incluye una refutación, se considera pertinente ejemplificarla en el MAT (Figura 14) para que sea posible apreciar el uso de la información que hace la estudiante para la construcción de argumentos durante el proceso de resolución.

Figura 14.

Ejemplo MAT de la respuesta que da la estudiante E2 a la pregunta dos de la situación



En el MAT que se propone como ejemplo, los datos son la información proporcionada en la actividad (en este caso, la estudiante recurre a otros medios para complementar la información). En este sentido, es posible apreciar en la conclusión que E2 reconoce que la manipulación genética presenta ventajas y desventajas, y los justifica desde la prevención de enfermedades, aunque no explica cuáles serían las desventajas. La información proporcionada por la estudiante en la justificación se califica como **pertinente** ya que se relaciona con la conclusión y la pregunta que se formula. **Poco suficiente** porque no pone a consideración algunas de las desventajas de la manipulación. **Necesaria** porque la información resulta ser conveniente para justificar la conclusión a la que llega, es igualmente **coherente**, pero **poco adecuada** desde el punto de vista disciplinar.

A dicha justificación, la estudiante da un soporte o un fundamento apoyada en información que puede derivar de diversas fuentes de consultas o de las discusiones

que se mantuvieron en el desarrollo de la temática, en este sentido, dicho fundamento resulta ser pertinente, suficiente, necesario, coherente y adecuado ya que no sólo se relaciona con la justificación proporcionada por la estudiante sino que también es coherente con la conclusión y la pregunta que se hace. Finalmente, la estudiante termina presentando una refutación desde la religión la cual al ser evaluada resulta ser igualmente pertinente, necesaria, coherente, suficiente y adecuada, desde el contexto en el cual la expresa¹².

Ahora bien, a través del análisis de dicho esquema no sólo es posible identificar elementos argumentativos y conceptuales, sino que también permite inferir algunos elementos que la estudiante pudo tener en cuenta en el proceso de resolución.

Al hacer la lectura se deduce que la estudiante está haciendo uso de heurísticos de planteamiento cualitativo y de reconocimiento del problema ya que logra identificar lo que le pide el problema, además de recurrir a otras fuentes de indagación para encontrar información adicional que le permita resolverlo, así mismo la refutación que formula puede hacer parte de heurísticos de elaboración de hipótesis y/o estrategias de resolución, ya que la estudiante tiene en cuenta otras opiniones o visiones frente a la manipulación genética diferentes a la científica. No obstante estos patrones no son constantes durante la resolución, ya que en algunas de las cuestiones E2 llega a conclusiones que al igual que las justificaciones y los fundamentos resultan ser débiles, pero es evidente el interés de la estudiante por la temática, a pesar de que a veces sus respuestas sean un poco superfluas.

Por otra parte, las respuestas de E3 en esta situación son sencillas, simples y directas, además de no dar fundamentos a las mismas. En esta situación problémica, la mayoría de las respuestas de E3 son construcciones propias y en ellas se evidencian algunos elementos que tiene en cuenta de las clases, haciendo igualmente visible la comprensión de algunos aspectos científicos y sociales de la manipulación genética. Un

¹² La estudiante como creyente en Dios y participe de la religión católica conoce e identifica las posturas de la iglesia frente a algunos de los desarrollos de la ciencia.

ejemplo de las respuesta de E3 es cuando dice estar de acuerdo con la manipulación *porque es un bien que se le hace a la humanidad*, pero no complementa explicando cómo la beneficia o igualmente cómo la puede perjudicar. Similar es el caso de la respuesta que da a la pregunta cuatro¹³ en la cual afirma que *existirá una superpoblación*, aunque no explica cómo o porqué se daría esto, sin embargo continua diciendo; *esto haría que nos viéramos obligados a tener leyes que controlen esta superpoblación*, afirmación que resulta ser pertinente, necesaria, coherente, adecuada, pero de nuevo no se incluye una explicación. A diferencia de E3, los estudiantes E4 y E5 aportan justificaciones a la conclusión a la que llegan en esta misma pregunta. Por ejemplo, E4 explica que la sobrepoblación podría conducir a un agotamiento de recursos y añade que de lograrse la longevidad¹⁴ *la contaminación sería más grande, porque hay más humanos que dañarían el medio ambiente*. Igualmente, E5 hace un aporte pertinente al afirmar que *la tasa de mortalidad se reduciría*, aunque redundante al decir que *hay más vivos que muertos al reducir la tasa de mortalidad*. Es posible apreciar en su respuesta el uso de un lenguaje adecuado desde el punto de vista disciplinar, igualmente su apreciación resulta ser pertinente, necesaria y coherente, aunque poco suficiente.

En este sentido, se considera que este tipo de preguntas cobran valor en la formación ciudadana de los estudiantes, ya que como lo advierte el genetista italiano Edoardo Boncinelli,

“la manipulación de algunos genes permitirá a los seres humanos vivir 200 o 300 años [...] y cuando esto suceda, seguramente el mundo dará un vuelco. Para mi habría que comenzar a discutir el tema ya hoy, pero el hombre nunca discute antes, sino que primero hace las cosas, y después las discute”
(Diario ‘El Portal’, 2008)

¹³ El hombre ha estado en la constante búsqueda de la fuente de la juventud, ¿Qué crees que pasaría si logáramos la longevidad? ¿Qué pasaría con el planeta y con nosotros?

¹⁴ Los estudiantes entienden la longevidad como el equivalente a la vida eterna, frente a esto, E4 dice *donde no muera la gente todo se acabaría en un par de años*

Por otra parte, en las respuestas de E4 se aprecia que tiene la tendencia a expresarse mucho desde el 'yo creo'. A diferencia de algunos de sus compañeros, ve en la manipulación genética algo bueno, como un recurso para curar enfermedades, además de referirse a la posible heredabilidad de las mismas *para tener un mundo más sano*. En su respuesta a la pregunta 3 afirma que le gustaría hacer uso de la manipulación *para hacer su vida de padre más fácil* y así conocer previamente los gustos de sus hijos. Igualmente, E2 para esta misma pregunta, concluye que la situación puede tener pros y contras, entre los pro menciona la curación o el control de las enfermedades y entre los contra dice: *sabríamos todo sobre él y no habrían sorpresas*. Aunque en la pregunta se les formula la posibilidad de modificar características como la inteligencia o la personalidad, se esperaba que los estudiantes recordaran que las características comportamentales de los individuos eran un resultado más dependiente del ambiente que de la herencia¹⁵. Frente a este supuesto Boncinelli dice que “todos los caracteres complejos, como la inteligencia, la docilidad, la bondad y la voluntad no son controlados por un solo gen, ni tampoco por cientos o por miles, sino probablemente por miles de millones” (Diario ‘El Portal’, 2008), adicionalmente explica que a pesar de que “estas características en el hombre son ampliamente genéticas” el acervo cultural y la sociedad cambiante puede modificar a una mayor velocidad nuestro comportamiento, “no podemos esperar que cambiando uno o diez genes obtengamos grandes resultados. Es decir, el problema técnico es hacer las cosas justamente progresivamente” (Boncinelli, 2008).

Continuando con el análisis de los estudiantes, E5 no resuelve las preguntas 1 y 5 y en algunos casos sus conclusiones y justificaciones son pertinentes. En algunas de sus construcciones escritas hay incoherencias y no queda clara la idea que trata de expresar. Al igual que E4 no deja ver lo conceptual y tiene la tendencia a responder muy desde lo personal, igualmente deja varias conclusiones sin explicaciones, por lo que la información empleada para la resolución y por ende la construcción de argumentos se considera poco pertinente debido a que en algunas de las conclusiones

¹⁵ Cuando hablamos de herencia nos referimos a la transmisión de caracteres que son determinados por genes que pueden o no ser modificados

la información que emplea resulta ser insuficiente, poco necesaria, poco coherente y poco adecuada.

Finalmente en el caso de E6 la mayoría de sus conclusiones no se relacionan con las preguntas formuladas, ni con las justificaciones de las mismas. Sus respuestas son simples y superfluas, no profundiza e inclusive deja preguntas sin resolver. Durante el trabajo con el estudiante se creyó que no había ninguna dificultad ya que él manifestaba estarse apoyando en sus compañeros para poder desarrollar las actividades.

Desde la experiencia con los estudiantes, es posible afirmar que esta situación generó gran interés en ellos, lo que dio paso a una discusión que resultó ser enriquecedora para todos y a través del cual fue posible en cierta medida poner a 'prueba' la competencia argumentativa del grupo. Durante la socialización los estudiantes expusieron sus posturas tratando de convencer a sus compañeros de que lo dicho era pertinente para la situación, hasta que llegaba algún compañero y les refutaba la idea ya expuesta, lo cual los obligaba a reevaluar sus respuestas. Igualmente, entre los mismos estudiantes se corregían y se complementaban las ideas, haciendo del espacio lo que Jiménez (s.f) llama *comunidades de producción de conocimiento*, donde en este caso, el papel del docente fue mediar la discusión. En este sentido, la participación del grupo fue muy activa, y los aportes hechos en su mayoría resultaron pertinentes, además fue posible apreciar que la estudiante E1 parece expresarse mucho mejor de forma oral que de forma escrita. En el Cuadro 5 que se presenta a continuación se incluyen dos pequeños fragmentos de la discusión, en los cuales se puede apreciar los aportes que hacen los estudiantes y la forma como respaldan sus posturas.

Cuadro 5.

Algunos fragmentos de la socialización de la situación problemática

P.2 SITUACIÓN 4	P.4 SITUACIÓN 4
<p>E4: <i>Profe pero no ve que le estamos haciendo es un favor al bebé, es que usted se imagina uno con una enfermedad para toda la vida</i></p> <p>E2: <i>Profe yo le digo una cosa, lo que pasa es que yo busque sobre la manipulación genética y ahí me salió eso de la iglesia y me salió que puede que un hijo salga con la cura a otras enfermedades</i></p> <p>E5: <i>(interrumpe a E2) ay no! ¿Y es que eso si se puede hacer de verdad?</i></p> <p>E1: <i>(responde a E5) Yo investigué el proceso de manipulación de los genes porque en mi casa no me creían y encontré que la modificación de moléculas de ADN si era posible pero que no era legal [...]</i></p> <p>E3: <i>Además profe si eso fuera legal la gente pobre no puede pagar porque eso sería muy caro, eso sólo lo puede hacer la gente rica</i></p> <p>E5: <i>Eso, eso y ahí es donde debería nacer la ley y le apuesto que no hay</i></p>	<p>E2: <i>Profe yo consulté y encontré que la fuente de la juventud esta dentro de nosotros</i></p> <p>P¹⁶: <i>¿Qué más decía? ¿Cómo así que está dentro de nosotros?</i></p> <p>E6: <i>(interrumpe) pero es que si es que uno tiene la fuente de la juventud adentro ¿Cómo seríamos? Pues! Entonces al planeta no le pasaría nada porque eso está en mi</i></p> <p>E3: <i>Pero es que yo creo que cuando E2 leyó que la fuente de la juventud estaba en nosotros lo que quería decir es que la fuente esta dentro de nosotros por el ADN</i></p>

En la pregunta dos, E4 justifica su posición a favor de la manipulación desde la posibilidad de mejorar la calidad de vida de un niño, ante esto E2 presenta lo que se considera una refutación ya que plantea que según la iglesia el nacimiento de un hijo normal, sin ser manipulado puede ser la cura a otras enfermedades. Sin dar oportunidad a que se aclare lo propuesto por E4 y E2, E5 interviene ya que no cree o no considera que el proceso de manipulación genética sea posible, por lo que E1 entra en la discusión presentándole una justificación fundamentada en una fuente de consulta para explicarle que si es posible, más no legal. Ante esto entonces E3 añade que de ser legal no sería para todos y E5 finaliza destacando la importancia de una ley o una

¹⁶ P representa la intervención del docente durante la discusión, cuyo papel es ser el mediador de la misma “utilizando diferentes herramientas [...] que promuevan el desarrollo de los procesos mentales del estudiante, facilitando, más que la realización de una tareas específicas, el desarrollo de la capacidad de los estudiantes de llevarlas a cabo por sí mismos” (Jiménez, p. 28, s.f)

norma que controle esto. En este fragmento se aprecia que las discusiones de los estudiantes resultan ser productivas, de hecho las intervenciones resultan ser coherentes y en cierta medida se puede decir que el estudiante E5 deja ver una formación ciudadana al manifestar la urgencia de la ley para que intervenga en ese proceso.

Igualmente en la pregunta cuatro, se aprecia que E2 hace un rastreo sobre la fuente de la juventud, aunque incompleto. La explicación que suministra la estudiante resulta inquietante para E6 quien aún no logra relacionar lo dicho por E2 con lo trabajado durante las clases y con la pregunta formulada. Ante esto E4 interviene explicándole a E6 lo que E2 quiso decir con la información que había encontrado. En ambas discusiones es posible evidenciar que algunos de los estudiantes están adquiriendo un conocimiento conceptual, además están aprendiendo a presentar argumentos desde el mismo. Frente a esto Jiménez (2010), explica que “el alumnado argumenta si su papel en clase lo requiere” (p. 155), por lo que se considera importante el desarrollo de actividades en las que se incluyan diferentes formas de presentar argumentos, como la creación de debates y juegos de roles que permitan al estudiante interactuar con sus compañeros y con el docente, defender sus ideas, refutar las explicaciones de sus compañeros, examinar de manera crítica las ideas de otros, aportar justificaciones que resulten relevantes y convincentes (Camp y Dolz, 1995; Cotteron, 1995; Cuenca, 1995; Rivero García y Sousa Lima, 1995; Ogborn, 1996; Pozo y Postigo, 2000; Pozo y Rodrigo, 2001, citados por Campaner y De Longhi, s.f), ya que como se puede apreciar, a través de las mismas es posible identificar y evaluar las dificultades y suertes del estudiante, no sólo en la competencia argumentativa, sino también para el conocimiento disciplinar y por qué no, la resolución de problemas, que se considera permitiría conocer la forma como el estudiante llega a diferentes conclusiones.

2.1.5 Situación problémica 5

Al ser esta la antepenúltima actividad el grado de dificultad ha aumentado por lo que se nota la poca elaboración de los argumentos presentados.

La mayoría de los estudiantes dan respuesta a todas las cuestiones exceptuando a E1 y E5 quienes denotan falta de compromiso ante la actividad. El estudiante que menor resultado presentó fue E1, al contestar solo una cuestión de carácter abierto donde respalda su opinión sobre la propuesta de la biotecnología en la creación de plantas mejoradas genéticamente resistentes a la sigatoka y otras enfermedades. En las otras cuestiones este estudiante no revela ningún argumento, suponemos su silencio a la poca comprensión a nivel conceptual ya que esta cuestión suponía un nivel alto de dificultad para comprobar de este modo el avance obtenido por los estudiantes ante la resolución de problemas y la argumentación. E5 es otro de los estudiantes que creemos se le presentaron dificultades a la hora de enfrentarse a las cuestiones, ya que de cuatro cuestiones solo **sólo** dio respuesta a dos y solo presentó un fundamento en la cuestión de carácter abierto mencionada con anterioridad.

E6 en ninguno de los argumentos presenta fundamentos, sus conclusiones muestran poca pertinencia e insuficiencia ya que no tiene un respaldo que garantice la claridad del concepto, al no presentar esta garantía suponemos que a éste no le es clara la cuestión.

En su mayoría los estudiantes no dan justificaciones, fundamentos ni conclusiones racionales, una de las razones que se tienen para esta situación es la no comprensión del concepto, se espera que los estudiantes se cuestionen e indaguen más por el tema, ya que en una cuestión anterior donde se les pregunta ¿Cómo reaccionas cuando te enfrentas a un problema y al primer intento no obtienes el resultado esperado? La mayoría de los estudiantes mostraron optimismo y vieron pertinente el no rendirse y seguir en la búsqueda de una solución adecuada. Con esto se espera que ante este primer intento de solución no se den por rendidos y sigan en

la indagación de una solución más racional. Se queda en la expectativa de esta cuestión esperando que el conocimiento trascienda y no se quede estancado.

Uno de los estudiantes que más le apunta a dar justificaciones, fundamentos y conclusiones razonables es E4 quien se destaca por ser altamente responsable y tener un nivel académico excelente.

La finalidad de la resolución de problemas es tomar decisiones de cambio y mejoramiento a lo largo del proceso, tras finalizar la intervención de las actividades planteadas. Por lo que la argumentación es una opción que permite cambio y mejoramiento en la calidad de la enseñanza. En su mayoría los estudiantes poseen capacidades argumentativas, pero en ocasiones se nota su apatía, posiblemente se sientan frustrados(as) ante la incomprensión de la situación problémica planteada que se les planteó.

2.1.6 Situación problémica 6

Esta situación problémica presenta una particularidad respecto a las demás, debido a que al ser la última realizada, se esperaba que para este nivel, las construcciones de los estudiantes podrían ser más elaboradas ya que con cada actividad se hacía un análisis desde lo argumentativo, desde la resolución de problemas y obviamente desde lo conceptual o disciplinar. En este sentido, la situación tomada de una noticia publicada en El Tiempo (ANEXO 1) es redactada con un lenguaje técnico-científico que probablemente dificultó la comprensión de la misma ya que no se trata de un lenguaje cercano ni del argot de los estudiantes (Tena y García, 2007). No obstante, Sardá y Sanmartí (2002) explican que el aprendizaje de una disciplina científica implica igualmente el aprendizaje de un nuevo lenguaje que debe hacerse explícito en las clases de ciencias. Al tratarse en este caso de una situación problémica, el interés se centraba en los intentos que el estudiante realizara por resolverla, por lo cual se asumió que el estudiante en el proceso de resolución trataría de comprender e indagar aquellos

términos que no le eran familiares para el desarrollo de la actividad. A continuación se analizan entonces los argumentos, el dominio conceptual y los heurísticos empleados por los estudiantes para el desarrollo de esta actividad.

En el caso del estudiante E1 en sus respuestas hace alusión al proceso de manipulación al decir que *los investigadores lograron clonar la proteína con un virus e inyectarla en la bacteria*¹⁷, aún así, no logra relacionar los términos de forma adecuada desde el punto de vista disciplinar. Algunas de sus respuestas son equivalentes a información obtenida de libros o internet y otras resultan ser muy empíricas, sin ningún tipo de soporte teórico que haga posible evidenciar un manejo de conocimiento científico. Sus respuestas son simples, son poco pertinentes, en algunos casos la información indagada resulta ser insuficiente, poco necesaria y poco coherente.

Por otra parte, la estudiante E2 logra establecer algunas relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. En uno de los interrogantes se le pide que explique teniendo en cuenta los conceptos de fenotipo y genotipo a qué se refiere el médico cuando afirma “la diferencia es que ahora no sería inducida, sino parte genética de su ser”; frente a esto la estudiante responde, *‘se refiere a que cuándo el deportista tenga hijos los hijos van a tener esa proteína’*, esto es entendido como la conclusión a la cual llega la estudiante que resulta ser poco pertinente, ya que esto no se relaciona del todo con la pregunta formulada. Luego explica *‘porque al cambiar el gen cambiaría el genotipo de la persona y se lo puede transmitir a sus descendientes’* (justificación), continúa diciendo *‘ó sea que la persona ya no se tendría que aplicar la proteína sino que haría parte de su ser’* (fundamento). Al fundamentar de esta forma está poniendo en evidencia que reconoce o diferencia las técnicas empleadas previamente y la propuesta por la manipulación, ya que la EPO suele ser una inyección de la hormona de forma subcutánea, mientras que el cambio a nivel genético implica un cambio que puede ser ‘permanente’, dependiendo de la técnica o mecanismo empleado. En la respuesta, la estudiante finaliza afirmando *‘aunque hay fenotipos y*

¹⁷ Se debe tener en cuenta que lo que aquí se presenta son las palabras textuales empleadas por los estudiantes en sus respuestas, las cuales en algunas ocasiones no son muy coherentes.

genotipos que no son hereditarios' (refutación), reconociendo igualmente que es posible que el gen sea o no transmitido a la descendencia y en caso de ser transmitido puede o no expresarse. En otra de las preguntas apoya esto al decir que los '*genes pueden tener versiones diferentes'* en los alelos.

Se observa que en el intento por responder a la pregunta estableciendo relaciones con los genotipos y fenotipos la estudiante no logra dar una respuesta que guarde coherencia con lo que se le pregunta, aún así es posible apreciar en esta y en otras de las respuestas brindadas por la estudiante en esta actividad que logra relacionar sus conclusiones con las justificaciones y fundamentos, inclusive cuando formula refutaciones hace apreciaciones relevantes. Aunque las conclusiones no se relacionan con la pregunta, logra identificar la transgénesis como el cambio del material genético que puede ser heredado, esta creencia de que ese cambio consigue ser transmitido a la descendencia posiblemente se encuentra influenciado por algunas de las consultas que se realizaron y otras discusiones de clase. En la Figura 15 se muestra una de las páginas web que se trabajó con el fin que el estudiante reconociera o hiciera búsquedas de información relevantes a través de la web y en las que se plantea la herencia de material transgénico en plantas. Igualmente, se hicieron lecturas sobre noticias que informan sobre las posibilidades de heredar los transgénos en mamíferos.

Por otra parte, en sus fundamentos, deja ver que consulta en otras fuentes, además tiene en cuenta otros aspectos teóricos - históricos relacionados con los intentos de producción de proteínas y su posible inserción en el cuerpo humano, información que a pesar de no ser necesaria para resolver las preguntas de la situación, le permite a la estudiante ampliar su conocimiento sobre el tema. Es evidente también que reconoce o relaciona la situación con temas trabajados en clase, aún así, parece ser que se distrae con la información proporcionada en la actividad y en las preguntas, lo cual podría explicar el por qué de sus respuestas.

En el caso de E3 sus conclusiones desde el punto de vista científico resultan ser adecuadas y al igual que en E2 las respuestas no se relacionan con las preguntas

formuladas. Sin embargo, a diferencia de E2 la estudiante no incluye fundamentos ni refutaciones y sus justificaciones son más débiles, es decir incluye información impertinente, innecesaria, incoherente y/o inadecuada.

Figura 15.

Imagen de Web consultada sobre la aplicación de la ingeniería genética en la producción de cultivos transgénicos. En esta, la parte sombreada señala la información que pudo ser tenida en cuenta por E2 para argumentar la pregunta número dos de la actividad.

Es más, el mejoramiento convencional de plantas solo puede combinar plantas cercanas. La **ingeniería genética** permite la transferencia de **genes** entre organismos entre los cuales ningún **cruzamiento** es normalmente posible porque no son **genéticamente compatibles**. Los genes transferidos se llaman **transgenes**. Pueden venir de otra **especie** de planta o incluso de un organismo totalmente diferente (por ejemplo genes de bacterias). **Estos transgenes se replican y heredan de la misma manera que en los genes naturales de plantas.**

La **ingeniería genética** de plantas usa habitualmente un tipo de bacteria que tiene la capacidad natural de transferir **ADN** a algunas plantas.

Cuando la bacteria infecta la planta, penetra en sus **células** y transfiere el **ADN** modificado a la planta.

El **ADN** también se puede introducir por medios físicos. Llevado por partículas microscópicas de tungsteno u oro, se dispara literalmente el ADN al **núcleo** de la planta utilizando un "lanzagenes". Una vez que el ADN llega al núcleo de la **célula**, se introduce de manera aleatoria en uno de los **cromosomas** hospedantes y puede expresar la característica deseada. La planta modificada genéticamente se cultiva

Visión de conjunto de cómo se crean los cultivos transgénicos Fuente: www.kensbiorefs.com/MolecularGen.html (Plantas transgénicas — Procedimiento básico)

Por otra parte, E5 aunque no responde a dos de los interrogantes, en los dos restantes es posible relacionar sus respuestas con las discusiones realizadas en las clases, un ejemplo es la respuesta que da a la pregunta dos¹⁸ donde explica que es *seguro que dicho gen que se cambia no sería igual al anterior, pero no se notaría la*

¹⁸ Pregunta dos: La detección de alteraciones génicas es difícil puesto que los genes alterados son iguales a los de cualquier ser humano. Explica el significado de esta afirmación porque si se cambia un gen este ya no sería igual a su versión anterior ¿entonces a que se refiere el doctor cuando dice esto?

diferencia y agrega puesto que el cuerpo lo asimilaría y lo haría parte de su cadena de genes. En este caso el estudiante reconoce que la inserción exitosa del gen no siempre se manifiesta en cambios físicos, no obstante concluye diciendo que *no se afectaría el orden natural que lleva el ser humano*, cuando en la lectura se le informa que la EPO¹⁹ puede ayudar al rendimiento físico del deportista, ósea que sí hay un cambio *en la naturaleza del ser humano*. Sin embargo, de no ser así, cabría preguntarse entonces, ¿qué quiso decir el estudiante con *la naturaleza del ser humano*? Debido a esto, entonces su conclusión puede ser o no ser coherente con respeto a los datos y la justificación. En cuanto al otro interrogante que responde, no presenta justificaciones ni fundamentos, pero a diferencia de E1 la respuesta parece ser una construcción propia que deriva de las discusiones de clase.

En esta actividad el estudiante E6, no establece relaciones entre la información proporcionada (datos) y sus conclusiones o respuestas, es decir, desde el punto de vista disciplinar aun no identifica el proceso de manipulación genética, emplea un lenguaje muy habitual para expresar sus ideas, no consulta en otras fuentes, ni los apuntes de clase, ni tiene en cuenta las discusiones realizadas en las socializaciones de las actividades. Un ejemplo de este caso es la respuesta que da a la pregunta número dos. Como respuesta a esta posible contradicción dice: *se refiere a que todos nosotros tenemos genes alterados y que son iguales*, con esta respuesta no está diciendo nada, resulta ser impertinente, innecesaria, insuficiente, incoherente e inadecuada, además no justifica sus conclusiones, no adiciona más información y es evidente que se apoya en los datos cuando hace referencia a *tenemos genes alterados y que son iguales*.

Finalmente, para este problema se tiene que el estudiante E4 no responde a ninguna de las preguntas formuladas, él explica que la lectura le pareció “*muy enredada*” y que las “*preguntas estaban muy tesas*”²⁰. Al preguntarle que si intentó

¹⁹ Recordemos que la EPO o Eritropoyetina es una hormona que mejora el rendimiento muscular

²⁰ Cuando el estudiante dice *tesas* esta significando con esto que las preguntas de la actividad son complicadas y difíciles de entender

resolver las preguntas él respondió que no “*porque no entendía nada*”. Según la ‘justificación’ del estudiante es posible afirmar que la situación representa un problema real para él, ya que resulta ser difícil de resolver. Si se relaciona esto con el desarrollo de heurísticos para el proceso de resolución es evidente que el estudiante no realiza planteamientos cualitativos, estrategias de resolución y tampoco regulación de procesos para el caso de esta actividad. Tal es el caso de la pregunta 4 en la cual la mayoría de los estudiantes no responden (E2 E3 y E5); al preguntarle a los estudiantes por qué no lo hicieron, su respuesta es similar a la mencionada por E4.

En sentido general se observan algunas dificultades en el reconocimiento de fenotipos y la expresión del gen. Los estudiantes sólo relacionan los fenotipos con lo físico o lo que se puede ver cuando esto también implica aquellos procesos fisicoquímicos del cuerpo que no son visibles, aunque esto ha sido objeto de estudio en varias investigaciones.

En las respuestas de los estudiantes se encuentra también la dificultad de construir argumentos que resulten adecuados desde el punto de vista disciplinar, ya que tienen la tendencia a confundir los términos o a incluirlos en sus respuestas de forma inconexa, por lo que al mismo tiempo sus argumentos pierden coherencia y pertinencia. Adicionalmente los estudiantes tienen en cuenta que entre las técnicas de manipulación genética discutidas se incluyen cuatro, la primera de ellas consiste en integrar el material genético de un retrovirus dentro del genoma celular de las células en división; a través de esta técnica es posible garantizar que la progenie también sea portadora del transgén²¹. Entre las consecuencias de esta técnica se encuentra la posibilidad de inducir mutaciones. Otra de las técnicas consiste en el uso de vectores adenovirales que pueden transducir muchos tipos de células humanas, incluyendo las que no están en división, no obstante, este método presenta un corto tiempo de expresión debido a la eliminación por el sistema inmune de las células transducidas que expresan proteínas virales (Ruiz y Sangro, 2005). De allí que sus respuestas a las preguntas que se

²¹ Esta técnica es empleada principalmente para corregir de forma permanente enfermedades genéticas usando la transferencia genética *ex vivo*

relacionan con errores en el proceso de inserción de genes en los organismos, incluyan la acción del sistema inmune, la posibilidad de heredar los transgénos, la poca expresividad de los mismos o la generación de mutaciones que puede producir otros trastornos y porqué no, la muerte del organismo.

Del análisis de los argumentos y las respuestas que dan los estudiantes, es posible afirmar entonces que en este caso para la resolución de la situación, no están haciendo uso de heurísticos de planteamiento cualitativo, ya que según sus respuestas no han logrado identificar lo que les pide el problema y tampoco recurren a otras fuentes para complementar la información que les permita dar solución al mismo. En este sentido, tampoco es posible apreciar dentro de las estrategias de resolución y planteamiento de hipótesis, ejemplos, deducciones o patrones análogos, excepto en la estudiante E2 quien a partir de los datos logra deducir la respuesta a la pregunta que sirvió de ejemplo anteriormente. Finalmente, no es posible identificar en sus respuestas la regulación de las soluciones y los procesos.

Debido a la poca respuesta frente a esta actividad, se les preguntó a los estudiantes si hicieron el uso de heurísticos, a lo que respondieron que no. Algunos expresaron que *la situación estaba muy complicada, no encontraban información* y algunos *no entendieron las preguntas*. Frente a esto, se reconoce que el acompañamiento durante el proceso de resolución fue poco, no obstante, se aclara que desde el comienzo del trabajo se les explicó que siempre que tuvieran una dificultad, buscaran apoyo en el docente.

Partiendo de los análisis recién realizados frente a la resolución de problemas, la argumentación y el conocimiento disciplinar de los estudiantes durante el desarrollo de las situaciones problémicas propuestas en la guía de actividades, se ilustra en el Cuadro 6 un resumen de los resultados finalmente obtenidos, en los cuales es posible apreciar el cambio de algunos de los estudiantes durante la implementación de esta propuesta de investigación. A continuación, se presentan las convenciones para la interpretación de las valoraciones que se presentan en el Cuadro 6.

a. Frente al uso de heurísticos

Frecuente: indicador que el estudiante siempre o casi siempre hizo uso de heurísticos para la resolución de las situaciones problemáticas propuestas

Poco frecuente: es indicador de que es poco el uso de los heurísticos durante el proceso de resolución de las situaciones problemáticas propuestas

No se evidencia: en sus respuestas el estudiante no deja ver de forma explícita ni de forma implícita el uso de heurísticos durante el proceso de resolución

b. Frente a los elementos retomados para la valoración de la argumentación

Todas: el estudiante en la resolución de todas las situaciones incluye justificaciones, conclusiones y/o fundamentos

Más de la mitad: el estudiante logra incluir justificaciones, fundamentos y/o conclusiones en la mayoría de sus respuestas a las diversas situaciones problemáticas propuestas.

Pocos o muy pocos: no en todas las situaciones problemáticas el estudiante tiene en cuenta justificaciones, fundamentos y/o conclusiones durante la resolución del problema.

c. Frente a los niveles

Los niveles se relacionan con los establecidos en el Cuadro 1 y la Figura 8.

Cuadro 6.

Valoración cualitativa de los resultados obtenidos de la Guía de Actividades, frente a la resolución de problemas y la competencia argumentativa

EST.	HEURÍSTICO			ARGUMENTACIÓN			Nivel
	Cualitativo	Hipótesis y resolución	Regulación	Justificación	Fundamento	Conclusión	
E1	Poco frecuente	No se evidencia	No se evidencia	Más de la mitad	Pocos	Más de la mitad	Bajo – medio
E2	Frecuente	Poco frecuente	Poco frecuente	Todas	Más de la mitad	Todas	Medio – Notable
E3	Frecuente	Poco frecuente	Poco frecuente	Más de la mitad	Pocos	Todas	Medio
E4	Frecuente	No se evidencia	Poco frecuente	Todas	Más de la mitad	Más de la mitad	Medio
E5	Frecuente	Poco frecuente	Poco frecuente	Todas	Un poco menos de la mitad	Más de la mitad	Medio – Notable
E6	No se evidencia	No se evidencia	No se evidencia	Muy pocas	No presenta	Poco menos de la mitad	Bajo

Se tiene entonces que los estudiantes E2 y E5 presentan una mejora significativa respecto a los resultados obtenidos en los instrumentos de indagación, siendo posible afirmar que según su desempeño durante el desarrollo de las actividades los ubica en un nivel medio notable, tanto para la resolución de problemas como para la construcción de argumentos o su competencia argumentativa. En este sentido los estudiantes E3 y E4 se encuentran en un nivel medio ya que presentan aún algunas dificultades en el uso de heurísticos durante el proceso de resolución de problemas y/o la construcción de argumentos. Estos dos estudiantes también presentan una mejoría frente a los resultados obtenidos en la fase de indagación o exploración. En el caso del estudiante E6 no se parecía ningún cambio, se considera que puede ser debido a que las actividades no lo motivaron (aunque él afirmó todo el tiempo estarlo), a su posible falta de compromiso o a que aún debe superar algunas dificultades de orden interno (García, 1998) para la resolución de problemas. Finalmente, la estudiante E1 llama la atención debido a que en la fase de indagación se destacó por brindar respuestas que

la ubicaban en un nivel medio/notable para la resolución de problemas y la competencia argumentativa; no obstante en el trabajo de las situaciones problémicas propuestas en la guía de actividades no fue posible evidenciarlo, lo que en este caso la pone en un nivel bajo/medio tanto para la resolución de problemas como para la competencia argumentativa, aunque esta última parece ser mucho mejor en el discurso oral que escrito.

Para finalizar, Figini y De Micheli (2005) dicen que los avances de los conocimientos genéticos tienen implicancias sociales significativas y los ciudadanos deberían estar informados a fin de poder oportunamente participar y tomar decisiones en los debates sobre aquellas cuestiones que plantean los límites éticos y humanos que debe tener el conocimiento científico. Por lo que se considera que las actividades planteadas son un acercamiento a esas situaciones.

La ciencia es ya algo demasiado importante y está demasiado vinculada al contexto social como para suponer que ella es sólo un asunto de los científicos y que ellos sólo tienen que preocuparse por el conocimiento y no por sus efectos.

CONCLUSIONES

- ☑ A través de la posible relación entre los niveles de valoración de las cualidades que caracterizan los elementos del MAT seleccionados y el uso de heurísticos en el proceso de resolución de problemas; es posible concluir que en la mayoría de los estudiantes (E2, E3, E4 y E5) se aprecia un cambio en la concepción de problema y en los procesos de resolución, lo que se sustenta en la forma como logran seleccionar e interrelacionar la información, además de hacerse evidente el uso de datos diferentes a los suministrados o información adicional que le permite llegar a una respuesta o conclusión pertinente y adecuada a las situaciones propuestas, reconociendo que para resolver un problema no siempre se cuenta con formulas o procedimientos que simplifican la resolución.
- ☑ A través de la resolución de las situaciones propuestas, es posible que el estudiante logre superar dificultades del contexto, para el proceso y de orden interno de resolución; igualmente se aprecia la capacidad metacognitiva del estudiante para identificar los inconvenientes que se le presentan en el proceso de resolución. Sin embargo, a pesar que los estudiantes hacen explícito el heurístico para la identificación de errores, aún les falta ser más conscientes de ellos en la práctica, para poder corregirlos luego.
- ☑ Se aprecia un cambio actitudinal positivo en los estudiantes, ya que no parecen mostrarse nerviosos, estresados o preocupados al momento de enfrentarse a una situación problémica. En cuanto a la búsqueda de soluciones, éstos desarrollan argumentos contruados por ellos mismos teniendo en cuenta algunos elementos básicos de la resolución de problemas, dejando a un lado la solución inmediata que antes presentaban en la ideas previas.
- ☑ No obstante, los estudiantes E1 y E6 no se muestran constantes en el proceso de resolución de las situaciones planteadas, ya que en la mayoría de sus respuestas no hacen uso de heurísticos y cuando lo tienen en cuenta no lo hacen de la forma correcta. En este sentido, se intuye que el éxito de los procesos de resolución de E1, es influenciado por la motivación o el interés que

le genera la situación, además del grado de dificultad que presente la misma, ya que entre mayor es el nivel de dificultad parece que es menor el uso de heurísticos para resolver la situación. Finalmente en E6 no se aprecian cambios en los mecanismos de resolución y el uso de heurísticos. Aún falta identificar qué es lo que se le dificulta al estudiante en el proceso de resolución.

- ☑ Debido a los resultados obtenidos en las diferentes actividades o situaciones problémicas, se concluye que su planteamiento ejerce una influencia significativa en los estudiantes y por ende en la resolución de problemas. En este caso, es posible afirmar que algunas situaciones generan mayor interés en los estudiantes lo que se evidencia en las respuestas que dan a las mismas. Tal es el caso de las actividades 1, 2, 3 y 4, las cuales son calificadas como exitosas ya que en éstas es posible evidenciar no sólo el uso de heurísticos en el proceso de resolución de la mayoría de los estudiantes que componen el caso, sino que también desde lo argumental sus apreciaciones resultan ser muchas veces, pertinentes, necesarias, suficientes, coherentes y adecuadas, eso si se tiene en cuenta que no se hace explícito el Modelo Argumental de Toulmin (MAT). Además de la posibilidad de identificar en las respuestas a estas situaciones algo de dominio conceptual y disciplinar por parte del estudiante.

- ☑ Sin embargo, en las situaciones 5 y 6, es posible afirmar que aún hay dificultades conceptuales en los estudiantes que son parte del caso, ya que no logran transferir a otros campos de saber dicho conocimiento que se relaciona con situaciones de aplicación más reales en las que se hace uso de un lenguaje técnico-científico que se esperaba fuese comprendido. Estas dos últimas actividades son consideradas poco exitosas, ya que los estudiantes dejan muchas preguntas sin responder y aquellos que logran dar respuesta no logran identificar el problema por lo que sus conclusiones, justificaciones y fundamentos resultan ser regulares o insuficientes.

- ☑ En general se aprecia que a pesar del trabajo previo de situaciones problemáticas relacionadas con desarrollo de heurísticos, a los estudiantes se les dificulta aún diferenciar los heurísticos necesarios para dar solución eficaz a una situación problemática determinada. Debido a esto se infiere que el trabajo de la resolución de problemas, es un proceso de formación que debe ser constante, además de requerir de cualidades como la paciencia y la persistencia (tanto por el estudiante como por el docente) para el logro de los objetivos, ya que no se puede esperar que en los primeros intentos los estudiantes pasen de ser novatos a expertos.
- ☑ Algunos de los estudiantes logran expresar mejor sus ideas de forma oral que escrita, tal es el caso de E1 quien en las socializaciones a diferencia de sus apuntes, logra destacarse por la generación de aportes pertinentes.
- ☑ A partir de los componentes, justificación, fundamentación y conclusión, valorados en el Modelo Argumental de Toulmin (MAT); en cada una de las actividades planteadas sobre las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética, se pudo concluir que los estudiantes dejan ver de manera implícita en sus respuestas los heurísticos tenidos en cuenta por cuando se enfrentan a un determinado problema.
- ☑ Algunos de los argumentos construidos por los estudiantes son en su gran mayoría de causa y efecto y otros apoyados en los datos suministrados en las actividades; mientras que algunos pocos, hacen uso de analogías y deducciones para realizar sus argumentos. Aún así, siguen presentando en sus respuestas algunas de las falacias de ignorancia, manipulación emocional y generalización absoluta, las cuales fueron identificadas en los análisis del instrumento de las ideas previas del nivel de argumentación.

- ☑ A pesar de las dificultades presentadas para el desarrollo de las actividades propuestas, a través de la estrategia de Resolución de Problemas apoyada en la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), fue posible generar en los estudiantes la capacidad de dar razones y justificaciones coherentes que dan sentido a la resolución de una situación problémica, mediante el uso de ejemplos, analogías y otras investigaciones. Además, el razonamiento argumentativo fue relevante para la enseñanza del tema de interés (aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética), ya que frente a la resolución de los problemas planteados, se hicieron socializaciones y discusiones que permitieron la creación de ambientes de aprendizaje que resultaron demandantes tanto cognitivamente, científicamente como argumentativamente para los estudiantes.

- ☑ Según los resultados obtenidos, es posible afirmar que los estudiantes se encuentran en un nivel medio tanto para la construcción de argumentos, como para el conocimiento conceptual y el uso de heurísticos en la resolución de problemas.

- ☑ Se concluye que el planteamiento y la formulación de actividades como las propuestas para el estudio de las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética enmarcadas en la estrategia de Resolución de Problemas apoyada en la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), es posible fomentar en los estudiantes un pensamiento crítico, reflexivo y trascendente que se resume en el desarrollo potencial de la competencia argumentativa.

RECOMENDACIONES

- ☑ Los estudiantes llegan a nuestras aulas de clase con miles de ideas y preguntas, de allí la necesidad de abrir espacios en los que los estudiantes participen y pregunten, ya que a partir de las preguntas de ellos se pueden formular situaciones problémicas que generen interés y que le permitan al estudiante resolver sus propias inquietudes o cambiar las creencias que tenían. Los estudiantes participan activamente en las clases, les gusta ser incluidos en su proceso de formación, disfrutan de las discusiones y mientras el docente cuenta con una estrategia de formación para las socializaciones y debates, es posible formar a una “audiencia” dispuesta a respetar la palabra del otro y a aportar en las diferentes discusiones

- ☑ El trabajo de la resolución de problemas implica un proceso de formación que debe ser constante, además de requerir de estudiantes y docentes con cualidades como la paciencia, la persistencia y la responsabilidad, para el logro de los objetivos propuestos, ya que no se puede esperar que en los primeros intentos los estudiantes pasen de ser novatos a expertos.

- ☑ En este sentido, es necesario diseñar actividades con diferentes niveles de dificultad que permitan poner a prueba la capacidad del estudiante para transferir el conocimiento al resolver problemas en diferentes contextos

- ☑ La resolución de problemas al involucrar entre otras cosas habilidades cognitivas como la toma de decisiones, explicación y justificación de las soluciones, formular hipótesis, la creatividad, la interpretación de los datos, deducir e investigar; se considera que posibilita no sólo el desarrollo de la competencia argumentativa, sino también de las competencias interpretativa y propositiva, lo que permite que el estudiante no se limite únicamente a acumular información y repetir contenidos, favoreciéndose la alfabetización científica que se devela en la capacidad del estudiante de usar aquello que ha aprendido para desenvolverse en diferentes contextos, lo que implica una comprensión de los conceptos científicos que le serán útiles para tomar posición al evaluar y

considerar ideas y opiniones que tienen un impacto sobre él, sobre la sociedad, siendo en este sentido crítico y reflexivo no solo frente al conocimiento sino frente a su entorno. Frente a esto Larrain (2009) dice que “la necesidad del manejo de la competencia para los ciudadanos que no se dedican a la ciencia, implica como mínimo poder seguir un argumento y reconocer las potencialidades y debilidades de este” (p. 186).

- ☑ Frente a la resolución de problemas se han desarrollado varios intentos para problematizar los contenidos de las ciencias naturales (biología, química, física), un ejemplo de esto son los ciclos didácticos que se presentan en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y los trabajos desarrollados en el marco del proyecto RODA (razonamiento, discusión, argumentación) llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela, que pueden servir de base a los docentes para conocer e introducir en las clases -no sólo de ciencias naturales- la resolución de problemas.

- ☑ No basta con conocer las técnicas o estrategias de resolución de problemas si el estudiante no sabe cual o cuales se ajustan a la resolución de una situación problemática particular, de allí la importancia no solo de presentar las herramientas sino también de enseñarle al estudiante como usarlas, lo que requiere de una constante actividad de resolución en la que se resuelvan diferentes tipos de problemas propuestos tanto por el docente como por el estudiante

LIMITACIONES

- ☑ La introducción de la Resolución de Problemas en la escuela parece ser bastante ambiciosa, ya que implica una reestructuración del plan de estudios donde se incluyan trabajos interdisciplinarios que se relacionen de forma directa con el contexto, tanto escolar como social del estudiante asegurándose que a través de esta metodología y/o estrategia, logre articular los saberes y aplicarlos a su cotidianidad.

- ☑ Desde el discurso la propuesta que se desarrolla en esta investigación se percibe realizable, pero su ejecución requiere de tiempo, esfuerzo, creatividad y compromiso docente, para posibilitar un aprendizaje mucho más significativo y una educación que realmente forme a los estudiantes para la vida.

- ☑ Hay tres factores básicos que se considera influyen en la enseñanza y el aprendizaje de la estrategia de resolución de problemas, los dos primeros son el espacio y el tiempo. En el caso del tiempo, se considera es el factor que más afecta el adecuado desempeño del estudiante en la resolución de problemas, ya que se debe tener en cuenta que en una primera oportunidad no siempre se logra desarrollar estrategias de resolución, por lo que es necesario permitirle que replantee la situación para un nuevo intento de solución. Así mismo, el espacio resulta ser condicionante, especialmente cuando las socializaciones y las discusiones de clase se llevan a cabo en lugares que generan distracciones en los estudiantes como la cafetería, el coliseo y otras zonas verdes de la institución.

A lo anterior, se le suma la intervención de los padres que acompañan al estudiante en su proceso de formación que en varias ocasiones suelen poner en tela de juicio la función del docente, al criticar aquellas tareas que demandan más trabajo cognitivo y que no se limitan a la simple transcripción de la información obtenida a través de los libros o la internet (esto deriva de la experiencia vivida durante el periodo de aplicación).

BIBLIOGRAFÍA

Abdul Acero, G.; Talman Peluha, A.; Vergara Galván, A.; Moreno Méndez, J. Y Jiménez Martín, H. (2008). Relación entre hábitos de salud, consumo de internet y rendimiento académico en adolescentes de un colegio de la ciudad de Bogotá. *Revista Universidad San Buenaventura - Bogotá, Colombia. Psicogente*, 11 (19): pp. 9-23. recuperado el 28 de noviembre de 2009 desde <http://www.unisimonbolivar.edu.co/rdigital/psicogente/index.php/psicogente/article/viewFile/74/86>

Acevedo Díaz, J. A., Manassero Mas, M. A., & Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34. Recuperado el 07 de Abril de 2010 desde <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumenes/Libro%201/C01.%20Acevedo%20et%20al.pdf>

Acevedo, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30. Consultado el 25 de marzo de 2010 en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>

Acevedo, J. A. (2001). *Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes*. Consultado el 11 de mayo de 2010 en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>

Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16. Consultado el 18 de abril de 2010 en: <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>

Acevedo, J. A., Acevedo, P., Manassero Mas, M. A. & Vázquez, A. (2002). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación* [Versión electrónica]. Consultado el 21 de noviembre de 2009 en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>

Acevedo, J. A., Acevedo, P., Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación* [Versión electrónica]. Consultado el 21 de noviembre de 2009 en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>

Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34.

Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2005). Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. En P. Membiela e Y. Padilla (Eds.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI* (pp. 7-14). Vigo, España: Educación Editora. Consultado el 9 de marzo de 2010 en: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>

Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, 328, 355-382. Consultado el 21 de noviembre de 2009 en Sala de Lecturas CTS + I de la OEI en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo14.htm>

Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). Consultado el 26 de mayo de 2010 en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2002). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología,*

Sociedad e Innovación, 2. Consultado el 2 de febrero de 2010 en: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios1.htm>

Aguilar Padilla, M. A. (2003). Desarrollo de habilidades cognitivas. Recuperado el 16 de marzo de 2010. <http://www.slideshare.net/maap044/desarrollo-de-habilidades-cognitivas>

Aparisi, M. A. (1999). Manipulación genética en seres humanos: del autocontrol deontológico a la búsqueda de un orden internacional. Cuadernos Electrónicos de Filosofía del Derecho. Universidad de Navarra. (2). Recuperado el 8 de Octubre de 2010 desde <http://www.uv.es/CEFD/2/aparisi.html>

Area, M. (2008). Las redes sociales en internet como espacios para la formación del profesorado. *Razón y palabra*, 63. Recuperado el 29 de enero de 2010 de la base de datos DIALNET

Arteaga Valdés Eloy. (2002). Calidad y creatividad en educación matemáticas. Recuperado el 16 de marzo de 2010 desde <http://www.uaq.mx/matematicas/redm/art/a1004.pdf>.

Bárcena, A.; Katz, J.; Morales, C. Y Schaper, M. (2004). Libros CEPAL. Los Transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto. Recuperado el 23 de Septiembre de 2010 desde <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/9/20819/P20819.xml&xsl=/dmaah/tpl/p9f.xsl&ase=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl>

Bravo, B. y Jimenez Aleixandré, M. (2009). ¿Criamos leones en granjas? uso de pruebas y conocimiento conceptual en un problema de acuicultura. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 870-872. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-870-872.pdf>

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas.

Campaner G. y De Longhi A. (2005). Enseñar a argumentar. Un aporte a la Didáctica de las Ciencias. *Actas del III Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología*. Recuperado el 12 de Febrero de 2010 desde http://www.adbia.com.ar/eidibi_archivos/aportaciones/paneles/trabajos_completos/campaner_tesis.pdf

Campistrous, L & Rizo, C. (1999, Noviembre). Estrategias de resolución de problemas en la escuela. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* (México), 2, (2), p 31-46. Recuperado el 21 de Febrero de la base de datos DIALNET <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2148021>

Capecchi, S. Y Evans. (2007). El Nobel premia a tres científicos pioneros en la manipulación genética de ratones. Recuperado el 10 de Septiembre de 2010 desde <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2007/10/08/medicina/1191830657.html>

Carpena, J. & Lopesino, C. (2001) ¿Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias? *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 29, 34-42. Recuperado el 26 de Febrero de 2010 de la base de datos DIALNET <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=184313>

Contreras, E. (2006). Uso inteligente de Internet: experiencia en la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación. *Biblios: Revista electrónica de bibliotecología, archivología y museología*, 23. Recuperado el 29 de enero de 2010 de la base de datos DIALNET

Cordero, J. A. (1996-2000). Resolución de problemas. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde <http://www.jjes.20m.com/>.

Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (2001). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Julio - diciembre de 2008*. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde <http://magisinvestigacioneducacion.javeriana.edu.co/numero-uno/magis-3-arti-1-8-resumen-solaz-portoles.html>

Diario Portal (2008). Será posible vivir hasta 300 años mediante la manipulación de genes. Sección Internacional. Recuperado el 2 de Octubre de 2010 desde <http://diarioportal.com/2008/12/20/sera-posible-vivir-hasta-300-anos-mediante-la-manipulacion-de-genes/>

Dobles, C., García, J. & Zúñiga, M. (1998). Investigación en educación: procesos, interacciones y construcciones. San José: EUNED

Documentos Diario Médico, DM (1997). Protocolo al convenio de Derechos Humanos y Biomedicina, sobre prohibición de clonar seres humanos. <http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio.html> y <http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio1.html>.

Duschl, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 16 (1), 3-20. Recuperado el 13 Enero de 2010 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/issue/view/1788/showToc>

Escudero, E. (s.f). La argumentación: Cómo crear buenos argumentos y cómo detectar falacias. Recuperado el 23 de Marzo de 2010 desde <http://bc.inter.edu/LinkClick.aspx?link=RE%2FElena+Escudero%2FGESP+2203+Visi%C3%B3n+del+mundo+a+trav%C3%A9s+de+la+literatura%2Fla+argumentacion.pdf&tabid=733&mid=1375>

Figel, J (Septiembre-Octubre de 2009). Competencias clave para el aprendizaje permanente. Publicación periódica AITablero. Ministerio de Educación Nacional, 52. Recuperado el 28 de Mayo de 2010, desde <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-210023.html>

Figini, E. Y De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.

Flyvbjerg, B. (2004). Cinco malentendidos acerca de la investigación mediante los estudios de caso. *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, (106), p. 33-62. Recuperado el 21 de Febrero de 2010 de la base de datos DIALNET. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=970291>

Galeano, M (Junio, 2004). Diseños de proyectos en la investigación cualitativa. Fondo editorial. Universidad EAFIT. Medellín, p. 13

García 2003; Segura (2004); Contreras, 2006; Guerreschi, 2007; Area, 2008 y Tesouro y Puiggali, 2004, citados por Abdul, Talmen, Vergara, Moreno, y Jimenez. H., 2008

García de Cajén, S., Dominguez, J. & García Rodeja, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 20 (2), 217-228. Recuperado el 13 Enero de 2010 de la base de datos DIALNET

García Díaz, M. A. (2003). No es la Internet, sino lo que hacemos con ella. *Revista Universidad del Valle de Atemajac*, 46 (17), 34-39.

García García, J. J. (1998). *Didáctica de las Ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Editorial: Cooperativa Editorial Magisterio.

García Ruiz, A. (s.f). Cuestiones éticas en manipulación genética. Recuperado el 16 de Mayo de 2010 desde <http://www.oc.lm.ehu.es/cupv/univ98/Comunicaciones/Comun04.html>

Gascon Perez, J. (1985). El aprendizaje de la resolución de problemas de planteo algebraico. Enseñanza de las ciencias. Vol. 3. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/50801/92777>

Gascón, P. (2003). La revolución genómica. Orígenes y perspectivas. Universidad Autónoma Metropolitana, México, p. 32

Gil, D.; Martínez-Torregrosa, J.; Senent, F. (1988) El fracaso en la resolución de problemas de Física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias, p 131-146. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde [http://www2.uah.es/jmc/webens/refs.htm#\[Gil,%20MartínezTorregrosa%20y%20Senent,%201988\]](http://www2.uah.es/jmc/webens/refs.htm#[Gil,%20MartínezTorregrosa%20y%20Senent,%201988])

Gilbert, J. (1995). Educación Tecnológica. Una nueva asignatura en todo el mundo. Enseñanza de las Ciencias. 13(1), 15-24

González-García, M. I., López-Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1996). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos.

Guanches Martínez Adania (2000). La enseñanza problémica de las ciencias naturales. Revista Iberoamericana de Educación (OEI), 36/6 (10-07-05). Recuperado el 5 de enero de 2010 desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/973Guanche.pdf>

Guerreschi, C. (2007). Las nuevas adicciones: internet, trabajo, sexo, teléfono celular, compras. - 1. ed. Lumen, Argentina.

Haro A, H. (2004). Integración metodológica en la investigación. *Planteamiento para la investigación. Versión electrónica*, 1 (1), p. 1-7. Recuperado el 26 de Febrero de 2010 desde http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/plan_invest/2004_n1/Contenido.htm

Henao, B. & Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: La perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (7), 47-60. Recuperado el 29 de noviembre de 2009 de la base de datos DIALNET.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2006). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). México: McGraw-Hill
<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51127/92735>

Ibáñez, P. E. (2000). Medio ambiente e ingeniería genética. Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada. España. Recuperado el 8 de Octubre de 2010 desde <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/ambio.htm>

Ibáñez Orcajo, María Teresa. Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia tecnología y sociedad en el currículo de biología de educación secundaria. Tesis doctoral. Facultad de educación. Universidad de Complutense de Madrid. Madrid, 2004.

Iglesia, P. M. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.

Jiménez Aleixandré, M. P & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 21 (3), 359-370.

Recuperado el 13 Enero de 2010 de la base de datos DIALNET
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=743298>

Jiménez Aleixandré, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 16 (2), 203-216. Recuperado el 13 Enero de 2010 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/issue/view/1789>

Jiménez Aleixandré, M. P. (2001) Comunidades de producción de conocimientos en clase de biología. *Memorias de las V jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*. Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais, Universidad de Santiago de Compostela. Recuperado el 5 de Noviembre de 2009 desde http://www.adbia.com.ar/cedivi_recuros/cedivi/Memorias/Conferencias%20PDF/Conf.%20Jimenez%20Alexander.pdf

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Editorial Graó.

Jiménez Aleixandré, M. P; Caamaño, A y Oñorbe de Torre, Ana. Enseñar ciencias. Editorial Graó. 240 p

Jiménez Aleixandré, M.P, Gallástegui, J., Santamaría F. & Puig, B. (Julio de 2009). Actividades para trabajar el uso de pruebas y argumentación en ciencias. Santiago de Compostela: Danú, 46 p.

Larrain, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. Parte de estudios públicos, 116.

López, A.; Tusié, M. T.; Lisker, R.; Padilla, A.; Cepeda, J. L. y otros. (2003). Universidad Autónoma Metropolitana. La revolución genómica. México, D.F. pp. 14-168

López, A.; Tusié, M. T.; Lisker, R.; Padilla, A.; Cepeda, J. L. y Otros. (2003). Universidad Autónoma Metropolitana. La revolución genómica. México, D.F, p. 14-168

López, R & Jiménez A., M.P. (2007). ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 25 (3), 309-324. Recuperado el 28 de Enero de 2010 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/issue/view/7438>

Lothar Klingberg (1970). La heurística en la enseñanza de la Matemática. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde [http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7VpthgNrf30J:www.bibliociencias.cu/gsd/c/collect/libros/index/assoc/HASH0174/138d28e8.dir/doc.pdf+Lothar+Klingberg+el+m%C3%A9todo+\(donde+el+procedimiento+heur%C3%ADstico+es+una+parte+del+%E2%80%98aspecto+interno%E2%80%99+del+m%C3%A9todo+de+ense%C3%B1anza\)+por+medio+del+cual+la+materia+se+desarrolla&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEESj5RMVDHXIEA3jhwW6WxD5KXc02da1uHkvRV53g3IXITjw33oUdnkM5Is4iq4V-izvP2WiyHTthNPp8d9nFVjP_kULctasXUuqSeauDyHZvp8HwNzwLANkdK8Si_8pPynjIG6hC&sig=AHIEtbRquqmGCf-REqLsvNP7XDuz4Sn2pg&pli=1](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7VpthgNrf30J:www.bibliociencias.cu/gsd/c/collect/libros/index/assoc/HASH0174/138d28e8.dir/doc.pdf+Lothar+Klingberg+el+m%C3%A9todo+(donde+el+procedimiento+heur%C3%ADstico+es+una+parte+del+%E2%80%98aspecto+interno%E2%80%99+del+m%C3%A9todo+de+ense%C3%B1anza)+por+medio+del+cual+la+materia+se+desarrolla&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEESj5RMVDHXIEA3jhwW6WxD5KXc02da1uHkvRV53g3IXITjw33oUdnkM5Is4iq4V-izvP2WiyHTthNPp8d9nFVjP_kULctasXUuqSeauDyHZvp8HwNzwLANkdK8Si_8pPynjIG6hC&sig=AHIEtbRquqmGCf-REqLsvNP7XDuz4Sn2pg&pli=1)

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya*, 27, 27-56.

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2002). Las concepciones de estudiantes y profesores de ciencia, tecnología y su relación: Consecuencias para la educación. *Revista de Ciencias de la Educación*, 191, 315-343.

Martinez Aznar, M^a M. e Ibáñez, M^a T (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Revista Electrónica*

Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas, 16 (1), 3-20.
Recuperado el 16 de Octubre de 2009.

Martínez Carazo, P. (2006, Marzo). El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y gestión*, (20), 165-163. Recuperado el 21 de Febrero de 2010 de la base de datos DIALNET <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499471>

Martínez Torregrosa Joaquín y Carlos Sifredo (2005) ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés? Capítulo 5.

Martínez, Y. (2010). La clave de la longevidad humana podría estar en la levadura. *Tendencias Científicas*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2010 desde http://www.tendencias21.net/La-clave-de-la-longevidad-humana-podria-estar-en-la-levadura_a4848.html

Membriela Iglesia, P. Ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, p. 7-11

Membriela Iglesia, P. Universidad de Vigo. EU Formación del Profesorado de Ourense. Vicente Risco, 9.32001 Ourense.

Moreira, M. A. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>.

Moreno, M. (1997). Ante la terapia génica y la clonación: Modelos y presupuestos en la divulgación de los avances en terapias génicas y clonación. Universidad de Granada. España. pp. 15-19

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2004). Consejos científicos sobre los Cultivos transgénicos y OMG. En: GreenFacts. Recuperado el 12 de Septiembre de 2010 desde <http://www.greenfacts.org/es/omg/2-cultivos-modificados-geneticamente/2-ingenieria-genetica.htm>

Ortiz Rodríguez Francisca (2001) matemáticas estrategias de enseñanza y aprendizaje. Recuperado el 5 de enero de 2010 desde http://books.google.com.co/books?id=4B8MPE1cSuwC&pg=PA62&lpg=PA62&dq=%E2%80%9CEnse%C3%B1ar+a+resolver+problemas+no+consiste+s%C3%B3lo+en+dotar+a+los+alumnos+de+destrezas+y+estrategias+eficaces,+sino+tambi%C3%A9n+de+crear+en+ellos+el+h%C3%A1bito+y+la+actitud+de+enfrentarse+al+aprendizaje+como+un+problema+al+que+hay+que+encontrar+respuesta.+No+se+trata+s%C3%B3lo+de+ense%C3%B1ar+a+resolver+problemas+sino+tambi%C3%A9n+de+ense%C3%B1ar+a+plantearse+problemas+como+forma+de+aprender,+a+convertir+la+realidad+en+un+problema+que+merece+ser+indagado+y+estudiado%E2%80%9D&source=bl&ots=Kf3pM9jFAq&sig=h65SWxAL6fpJQOOwiG0ZP68ARzw&hl=es&ei=3c0CTfjKBoKdlgfaqMXsCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBYQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

Oviedo, P. E. (2006). La resolución de problemas. Una estrategia para generar cambios significativos en las concepciones y prácticas de enseñanza y aprendizaje de los ingenieros como docentes universitarios. Revista de la investigación. Julio-diciembre 2006, número 002. Universidad la Salle. Bogotá- Colombia.

Pozo, J. I.; Del Puy Pérez, M.; Domínguez, J.; Gómez M.I y Postigo, Y. (1994) La solución de problemas. Editorial Santillana, Madrid

Revel, A., Coulo, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*,

Número extra. VII Congreso. Recuperado el 13 Enero de 2010 de la base de datos DIALNET

Rodríguez Pargas, A; Junco Barranco, J. A.; Rodríguez Pargas, A de la C. y De la Cruz Cardoso, M^a A. (Enero-Abril, 2003). Implicaciones éticas de ña transgénesis y la clonación. En: Revista en línea Humanidades Medicas, 3 (1), Ciudad de Camagüey. Recuperado el 10 de Octubre de 2010 desde http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202003000100003

Ruiz Castellanos, M. y Sangro, B. (Enero - Abril 2005). Terapia génica: ¿Qué es y para qué sirve? Unidad de Hepatología. Clínica Universitaria de Navarra. Anales 28 (1). Recuperado el 20 de Julio de 2010 desde <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol28/n1/colaba.html>

Sánchez, G. & Valcárcel, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 11 (1), 33-34. Recuperado el 26 de Febrero de 2010 de la base de datos DIALNET <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94579>

Sánchez, G. y M. V. Valcárcel. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 33-34.

Sandoval, C. (Diciembre, 2002). Investigación cualitativa. *Programa de especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social*, Bogotá, 313 p.

Sanmartí, N & Tamayo, O. (2005). Características del discurso escrito de los estudiantes en las clases de ciencias. *Revista Latinoamericana de ciencias sociales, niñez y juventud*, 2 (3). Recuperado el 3 de Diciembre de 2009. <http://www.umanizales.edu.co/revistacinde/vol3/OscarTamayo-NeuSanmarti.pdf>

Sardá, A & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación*

y *Experiencias Didácticas*, 18 (3), 405-422. Recuperado el 13 Enero de 2010 de la base de datos DIALNET

Segura, J (2004). Internet en educación. *Comunicaciones y pedagogía: Nuevas tecnología y recursos didácticos*, 200, 25-29. Recuperado el 29 de enero de 2010 de la base de datos DIALNET

Sierra Fernández, J. L., Perales Palacios, F. J. & Vílchez González, J. M. (2005). Estudio de la influencia en la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física y Química en E.S.O. y Bachillerato de nuevas estrategias docentes basadas en el aprendizaje por descubrimiento y por investigación, utilizando programas informáticos de modelización y simulación de fenómenos físico-químicos. Ministerio de Educación, Centro de Investigación y Documentación Educativa, España. Recuperado el 20 de Marzo de 2010 de la base de datos DIALNET

Sigüenza Molina, A. F. (2000). Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética. Recuperado el 5 de diciembre de 2009 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21694/21528>

Solaz Portolés, J. J, & Sanjosé-López, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*. Recuperado el 5 de diciembre de 2009 desde <http://www.javeriana.edu.co/magis/numero-uno/PDFs/8-solaz.pdf>

Solbes, J. & Vilches, A. (1989). Interacciones ciencia/técnica/sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias: Investigación y Experiencias Didácticas*, 7 (1), 14-20. Recuperado el 27 de Mayo de 2010 desde <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51127/92735>

Solomon, J. (1994). Pupil Images of Scientific Epistemology. *International Journal of Science Education*, 16 (3), p. 36-373

Soutullo, D. (2002). Terapia de ayer y hoy. p. 1-18. Recuperado el 8 de Octubre de 2010 desde <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/tgdaniel.htm>

Stake, R. E. (1998). Investigación con estudios de caso. Ediciones Morata, S. L., Madrid, 314 p.

Tobón, S. (2005). Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica, 2 ed. Bogotá: ECOE Ediciones.

Toulmin, S. (s. f). El Razonamiento y sus Usos. Documento del Seminario Lógica de las Ciencias. Universidad de Antioquia, 2009.

Toulmin, S. (s. f). Razonamiento y Realidad. Documentos del Seminario Logica de las Ciencias. Universidad de Antioquia, 2009.

Varela Nieto, M^a P. (2000). La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos. Recuperado el 5 de diciembre de 2009 desde <http://eprints.ucm.es/tesis/19911996/S/5/S5006501.pdf>

Vélez, A. (2001). Los alimentos transgénicos en Colombia. Riesgos e impactos en la agricultura y la salud humana. *Revista Semillas en la economía campesina*. No. 16/17, Bogotá. pp. 20-35

Vidal, M. (1989). Bioética: Estudios de la bioética racional. *Tecno*, p. 114

Vilches, A. & Furió, C. (1999). Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. Consultado el 13 de Mayo de 2010 en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI en: <http://www.oei.es/salactsi/ctseduccion.htm>

Vivanco, M^a E. (2009). Psicología General II, Guía Didáctica. Ecuador, 68 p.

Waisburd, G. (1996). Creatividad y Transformación. Trillas, México.

Yacuzzi, E. El estudio de caso como metodología de investigación: Teoría, mecanismos causales, validación. Universidad del CEMA, p. 1-37. Recuperado el 21 de Febrero de 2010 desde <http://www.ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>

ANEXOS



Los tuyos, los míos y los nuestros:
¿Qué pasa con nuestros genes?

Introducción a la Manipulación Genética

Guía de Actividades



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Diseñada por:

Katerin Jannet García Castro
Astrid Milena Echavarría Henao
Diana Cecilia Ocampo Álvarez

Medellín
2010

Contenidos

Introducción / Justificación

Objetivos

Situación Problemática 1: El caso de Catalina

Situación Problemática 2: Un hijo Acondroplásico

Situación Problemática 3: Vida sintética. ¿Qué nos queda por hacer?

Situación Problemática 4: ¿Un mundo perfecto?

Situación Problemática 5: ¿Tus genes con los míos? ¿También con los de ellos?

Situación Problemática 6: Los Hombre Máquina

Introducción / Justificación

La genética es la ciencia biológica que estudia la transmisión de los caracteres hereditarios a la descendencia, así como de las moléculas responsables de ésta.

La motivación y el deseo del hombre por conocer el origen de esas características hereditarias, le permitió dar los primeros pasos para descifrar lo que hoy se conoce como “el secreto de la vida”, el código genético cuya base es el ADN.

El interés y la importancia en torno al trabajo sobre esta molécula dadora de vida comienza luego de ser descifrada aproximadamente en 1953 y hoy día, los estudios y desarrollos científicos en torno a ésta parecen no tener límite; debido a que con la comprensión de la estructura de los genes y cómo la información que portaban se traducía en funciones o características, comenzaron a buscar la forma de aislarlos, analizarlos, modificarlos y hasta de transferirlos de un organismo a otro para otorgarle una nueva característica.

El conjunto de métodos y técnicas que se emplean para llevar a cabo las acciones anteriores se conoce como Ingeniería genética (Manipulación genética) y a través de esta es posible introducir nuevos genes en un genoma para dar una nueva característica, eliminar algunos genes existentes en un genoma para eliminar una característica indeseable, modificar la información contenida en un gen determinado, cambiar las pautas de expresión génica, clonar seres vivos o alguno de sus órganos o tejidos y la creación de especies de animales y plantas transgénicos (OGM, organismos modificados genéticamente) para mejorar o aumentar la productividad agrícola o ganadera.

Hasta la última mitad del siglo XX la mejora genética de plantas y animales se llevaba a cabo mediante cruzamientos selectivos de distintas variedades de una especie (hibridación) con la finalidad de conseguir que dichos organismos presentaran características que mejoraran la producción.

Las técnicas que se han venido desarrollando desde 1970, conocidas como técnicas de ingeniería genética o tecnología del ADN recombinante, permiten manipular (procesar, modificar) el ADN de cualquier organismo. Esto es posible, gracias a que todos los seres vivos utilizan las mismas moléculas

para almacenar su información hereditaria, desde las bacterias hasta las células de los organismos animales y vegetales más complejos. Incluso los virus, poseen el mismo lenguaje o código genético.

Es evidente pues, que en el mundo actual los nuevos avances científicos y tecnológicos han adquirido mucha relevancia en nuestra sociedad. La manipulación genética, ha sido objeto de discusión en numerosos artículos e, incluso, de secciones especiales en los medios de comunicación. Es por esto, que los estudiantes del siglo XXI deben poseer una formación científica que les permita plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas actuales y tratar de buscar sus propias respuestas.

Es por esto que se propone una guía de actividades formuladas desde la resolución de problemas para el desarrollo de la competencia argumentativa, logrando al mismo tiempo que los estudiantes tengan una mejor comprensión de esta rama de la genética.

Para finalizar, el contenido teórico que se debe tener en cuenta para el trabajo de estas temáticas debe incluir el trabajo desde la genética "clásica" y pasar luego al estudio de la genética "moderna" incorporando aquellos conocimientos de la biología molecular que permiten la comprensión de la organización y expresión del material genético. Para la secuenciación de los contenidos se recomienda revisar los trabajos realizados por Jiménez (1987), Bugallo (1995), Ayuso y Banet (1995 y 2002), Wood-Robinson y otros (1998), Abril Gallego y otros (2002) e Ibáñez (2003), en los que se resalta la importancia que tiene la aprehensión de contenidos generales por parte del estudiante sobre herencia y sus características, antes de introducir un trabajo desde las aplicaciones que tiene en la actualidad la ciencia genética.



Objetivos

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Al finalizar esta guía, el estudiante estará en capacidad de describir los mecanismos de acción de los genes y los cambios que ocurren en el genoma, reconociendo la importancia del material genético en relación a sus propiedades, organización, flujo de información y variación, lo que permitirá el establecimiento de posturas reflexivas frente a las implicaciones y aplicaciones de la manipulación genética.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Al finalizar se espera que el estudiante esté en capacidad de:

- ✓ Identificar los procesos genéticos que tienen lugar en diversas situaciones reales o simuladas (problemas reales y artificiales respectivamente)
- ✓ Apreciar la importancia de los mecanismos de expresión génica y de su control, así como de los cambios que se producen en el mensaje genético y de los factores causantes de dicha alteración
- ✓ Argumentar en diferentes debates a favor o en contra de la manipulación genética y sus proyecciones, dentro de un ambiente de respeto por la persona de sus compañeros y del profesor
- ✓ Comprender y utilizar correctamente la terminología científica relacionada con la manipulación genética.

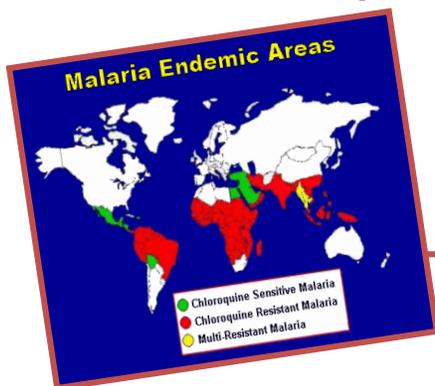
Situación Problemática 1: El caso de Catalina

- ESTÁNDARES:
- ✓ Construcción de explicaciones y predicciones en situaciones cotidianas
 - ✓ Argumentar sobre la importancia de la genética como ciencia

(Presentador): La dirección Seccional de Salud de Antioquia acaba de informar que en lo que va del año se han confirmado 29 mil casos de malaria en el departamento de Antioquia. Armando Galeano Marín, funcionario adscrito a la dirección de Factores de riesgo, indicó que la mayoría de los casos se presentan en la zona rural y que la región del Bajo Cauca es donde más casos se reportan con un 80 %



Allí estaban Guillermo y Marina, viendo esa aterradora noticia. Esta pareja tiene una niña de 2 años de edad que padece un trastorno recesivo, la anemia falciforme.



La malaria es producida por parásitos de género *Plasmodium* y es contagiada por la picadura de una hembra anofelina infectada (un mosquito), a un huésped humano susceptible



La vida de Catalina (hija de la pareja) no ha sido fácil, el tratamiento para dicha enfermedad debe ser continuo para evitar las crisis de dolor. Es una niña simpática y que parece no estar afectada por dicha enfermedad. No obstante, a los padres de Catalina, les preocupa el riesgo que corre con los altos índices de malaria.

La anemia de células falciformes hace que el organismo fabrique glóbulos rojos que se doblan en forma de hoz (o media luna). Los glóbulos rojos que tienen esta forma se rompen fácilmente. Por tanto, la sangre de una persona con anemia falciforme transporta menos oxígeno. Además los glóbulos rojos falciformes tienen a atascarse en los vasos sanguíneos

Consultan con el médico quien les dice que no tienen por qué preocuparse, que la malaria, no afectará de ninguna forma a su hija, de hecho, ella resulta ser inmune a esta enfermedad.





Preguntas



1. ¿Por qué catalina está protegida contra la malaria?
2. ¿Consideras que con los nuevos avances científicos y tecnológicos, se puede iniciar un estudio para transformar genéticamente a los individuos para hacerlos inmunes a esta enfermedad? ¿Cómo? Explica



Situación Problemática 2: Un hijo acondroplásico

- ESTÁNDARES:
- ✓ Analizar las características e impactos de la terapia génica como método de manipulación genética
 - ✓ Valorar el papel de la ciencia y al tecnología en la calidad de vida

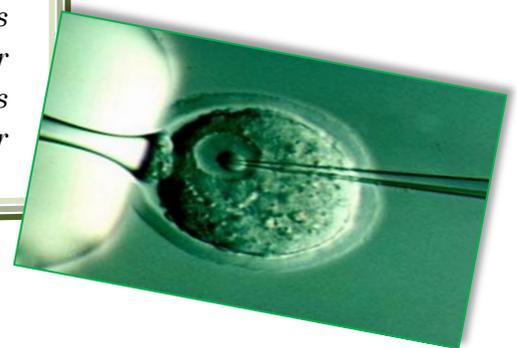


La acondroplasia se puede heredar como un rasgo autosómico dominante, lo cual significa que si un niño recibe el gen defectuoso de uno de los padres, desarrollará el trastorno. Si uno de los padres padece acondroplasia, el bebé tiene un 50% de probabilidad de heredar el trastorno. Si ambos padres tienen la enfermedad, las probabilidades de que el bebé resulte afectado aumentan al 75%

Mariana y Cristian padecen un trastorno genético conocido como enanismo (acondroplasia). Esta pareja busca tener un hijo, pero temen que nazca sano, es decir, que sea de estatura normal. La probabilidad de que el niño nazca con el trastorno son altas, no obstante la pareja es consciente de que existe una baja probabilidad de que el niño nazca normal.

Mientras se asesoran para el embarazo, la pareja escucha hablar sobre la terapia génica, la cual se reconoce en la actualidad como la medicina del futuro

La terapia génica consiste en la introducción de genes en la célula de un individuo con el fin de curar, aliviar o prevenir el desarrollo de alguna enfermedad. En otras palabras, se trata de reemplazar el gen defectuoso por otro gen normal gracias a virus transportadores



Mariana y Cristian, optan por buscar entonces un centro médico en el que se realicen estos tratamientos.

Cuando exponen su caso, el médico les explica que los fines establecidos por la terapia génica consisten en la prevención de las enfermedades o trastornos y no, por el contrario provocarlos.



La pareja explica que no quiere su hijo sea objeto de burla por ser grande y tener padres pequeños.

Ellos quieren que su hijo sea como ellos y crezca en su mismo ambiente con otras personas que para algunos pueden padecer un trastorno, pero que entre ellos se ven normales y como iguales.





Preguntas



El médico se conmueve por la situación de esta pareja y les dice que lo va a pensar

- 1. Si tú fueras el médico, ¿qué le recomendarías a los futuros padres?*
- 2. ¿Cuáles son los procedimientos empleados para la terapia génica?*
- 3. ¿Qué riesgos pueden existir tanto para la madre como para el feto durante y después de llevar a cabo la modificación del feto?*
- 4. ¿Qué puede pasar si no se logra insertar el gen correcto en la célula del feto?*
- 5. ¿Podrán ser todas las enfermedades tratadas mediante la terapia génica? ¿Qué clase de enfermedades no podrán ser tratadas?*



Situación Problemática 3: Vida sintética. ¿Qué nos queda por hacer?

ESTÁNDARES: ✓ Argumentar acerca de la importancia del descubrimiento del genoma humano y sus implicaciones

Observación del video “*Vida Sintética*”

El 13 de Junio de 2010, en el canal Discovery Channel se estrena ‘Vida Sintética’, un documental que se centra en los estudios que durante cinco años ha adelantado el doctor J. Craig Venter y su equipo en el Instituto J. Craig Venter (JCVI), quienes se convirtieron en las primeras personas en la historia en crear una célula viva y auto replicable de forma sintética.





Preguntas



Lee el siguiente párrafo escrito por un líder espiritual de los musulmanes chiítas, Mohammad Hussein Fadlallah:

“La clonación no es un sacrilegio. Los hombres no han establecido nuevas reglas, solo han descubierto nuevas leyes de funcionamiento del organismo... sí el hombre ha hecho esos descubrimientos es porque Dios lo ha permitido”



Mohammad Hussein Fadlallah

- a. ¿Estás de acuerdo con esta opinión acerca de la clonación? elabora una carta que será enviada a este líder musulmán en el que expreses tu posición (de acuerdo o en desacuerdo) frente a lo que él ha enunciado.

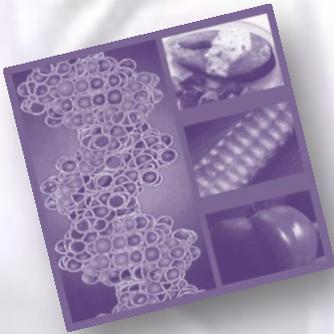


Como la carta será entregada, deberás presentarla en un formato que contenga la fecha, la ciudad, un saludo cordial y el texto que se redacta, al finalizar la misma, se te sugiere poner gracias por su atención y tu firma



- b. ¿Cómo relacionas esto con lo que aclara Venter en el video?:

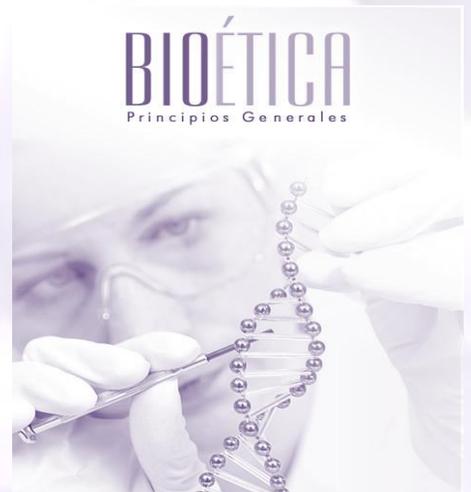
“La investigación que se está llevando a cabo, no consiste en la modificación de las especies existentes, sino de la creación de nuevos organismos”



- c. Consideras que lo dicho por este líder, sólo aplicaría a la clonación, o también sería válido para cualquier otro tipo de manipulación genética

- d. Durante la última década, la comunidad internacional ha visto cómo los avances científicos han logrado penetrar los secretos más grandes de la naturaleza, y hacer codificaciones que antes sólo se habían soñado.

Imagina que te asignan la misión de redactar un manual de bioética para regular la manipulación genética de los seres vivos ¿Cuáles puntos considerarías más importantes?



- e. El tiempo, la paciencia, la persistencia y la búsqueda constante de diversas soluciones hizo parte de esta investigación.

¿Cómo reaccionas cuando te enfrentas a un problema y al primer intento no obtienes el resultado esperado?

Situación Problemática 4

- ESTÁNDARES:
- ✓ Valorar el enorme impacto que tiene la genética sobre el futuro de la humanidad y de los demás seres vivos, dada su relación con la tecnología, la medicina y la ética
 - ✓ Analizo las consecuencias del control de la natalidad en las poblaciones.

¿Un mundo perfecto?

El control demográfico o control poblacional y la eugenesia, hacen parte de los mecanismos ideados por el hombre para la creación de un “mundo perfecto”. Esto se puede apreciar en la identificación y selección del hombre de las mejores características en las plantas y animales para obtener cosechas “perfectas” o animales que produzcan más y con mejor calidad.



Cuando Hittler ascendió a la presidencia de Alemania en 1934, impartió la construcción de un estado totalitario y la afirmación de la raza aria como la raza superior destinada a regir el mundo, los nazis en Alemania abrazaron la eugenesia con el propósito de crear un súper hombre y eliminar a los que consideraban indeseables.

Por otra parte, las películas de ciencia ficción futuristas como La Isla (2005) y Gattaca (1997), entre muchas otras, nos presentan mundos de clones, de una raza humana perfecta y longeva. Esos filmes nos retratan una sociedad en la que la investigación ha dado lugar a trashúmanos (no tienen cualidades suprahumanas, pero poseen lo mejor de los humanos: inteligencias superdotadas y físicos perfectos). Pero ¿qué tan alejado está esto de nuestra realidad?

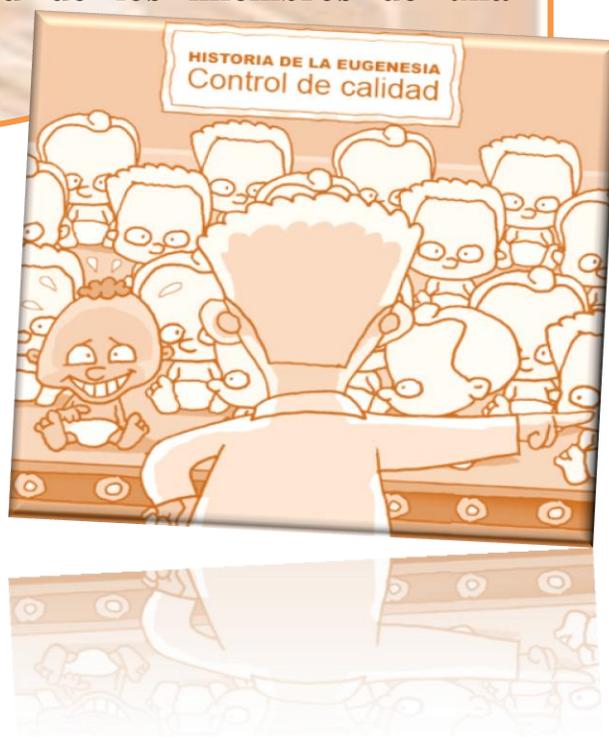




En la actualidad, el impacto de la genética humana en la medicina y la sociedad puede aumentar e incluso hacer resurgir las discusiones en torno a la eugenesia. Una posición a favor de esto, es la de Sir Francis Galton, quien pensó que se podían criar mejores hombres, como se pueden criar mejores caballos.

La palabra eugenesia proviene del griego y significa *eu* (bien), *genos* (nacidos), por lo que quiere decir bien nacido.

Por otra parte, el control demográfico o control poblacional, consiste en limitar o incrementar el número de miembros de determinado conglomerado o especie animal o vegetal en un determinado lugar. Generalmente se reduce el índice de natalidad o aumenta el nivel de mortalidad de los miembros de una comunidad o población y viceversa.





Preguntas



Complementa la información anterior analizando los procedimientos que se siguen para llevar a cabo lo explicado y revisando diferentes opiniones de expertos a favor y en contra de estas acciones. Basándote en lo que obtengas da respuesta a las siguientes preguntas.

1. En la actualidad para conseguir un empleo se requiere de un buen currículum y la suficiente experiencia que acredite un adecuado desempeño. ¿Crees que puede ser posible que en un futuro no sólo sean necesarios esos requisitos y que se analicen aspectos relacionados con la información genética y la predisposición por sufrir enfermedades? ¿podría convertirse esto en algún tipo de genoísmo?



Elkin Lucena Q, director científico del Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad, dice que no se piensa en la genética sino hasta cuando una mujer queda embarazada y su feto se ve afectado por problemas genéticos. Cuando esto sucede, la pareja tiene solo dos posibilidades:

- a. Terminar con el embarazo (difícil psicológicamente)
- b. Que la niña o el niño nazca afectado (frustrante para la familia)



2. El diagnóstico y la manipulación genética, tiene como objetivo que nazcan niñas y niños sanos, y que se eliminen enfermedades genéticas para las futuras generaciones. ¿Cuál es tu opinión al respecto?
3. ¿Te gustaría tener un hijo o una hija a tu gusto? es decir, que pudieras elegir el color de sus ojos, su estatura, su coeficiente intelectual, su temperamentos, etc ¿o prefieres que todo sea natural? ¿por qué?

4. El hombre ha estado en la búsqueda constante de la fuente de la juventud, ¿qué crees que pasaría si lográramos la longevidad? ¿qué pasaría con el planeta y con nosotros?



¿Crees que se puede producir seres como frankenstein?
¿Qué implicaciones tendría la manipulación?

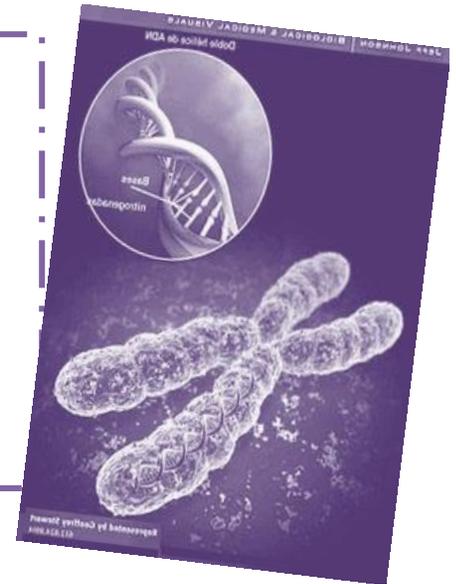
La esencia de la evolución es la selección natural; la esencia de la eugenesia es el reemplazo de la selección "natural" por una selección premeditada, consciente o artificial con la esperanza de acelerar la evolución de las características "deseables" y la eliminación de las indeseables.

Irving I. Gottesman, director de la American Eugenics Society, 1970

Situación Problemática 5: ¿Tus genes con los míos? ¿También con los de ellos?

- ESTÁNDARES:
- ✓ Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.
 - ✓ Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria

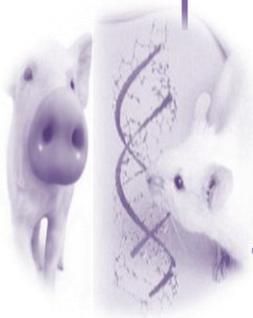
La transgénesis se puede definir como la introducción de ADN extraño en un genoma, de modo que se mantenga estable de forma hereditaria y afecte a todas las células en los organismos multicelulares. Por lo general en animales, el ADN extraño, llamado transgen, se introduce en cigotos y en los embriones que hayan integrado el ADN extraño a su genoma, de manera previa a la primera división. Así se logra un organismo transgénico, de modo que el transgen pase a las siguientes generaciones a través de la línea germinal (gametos).



¿Un corazón de cerdo?

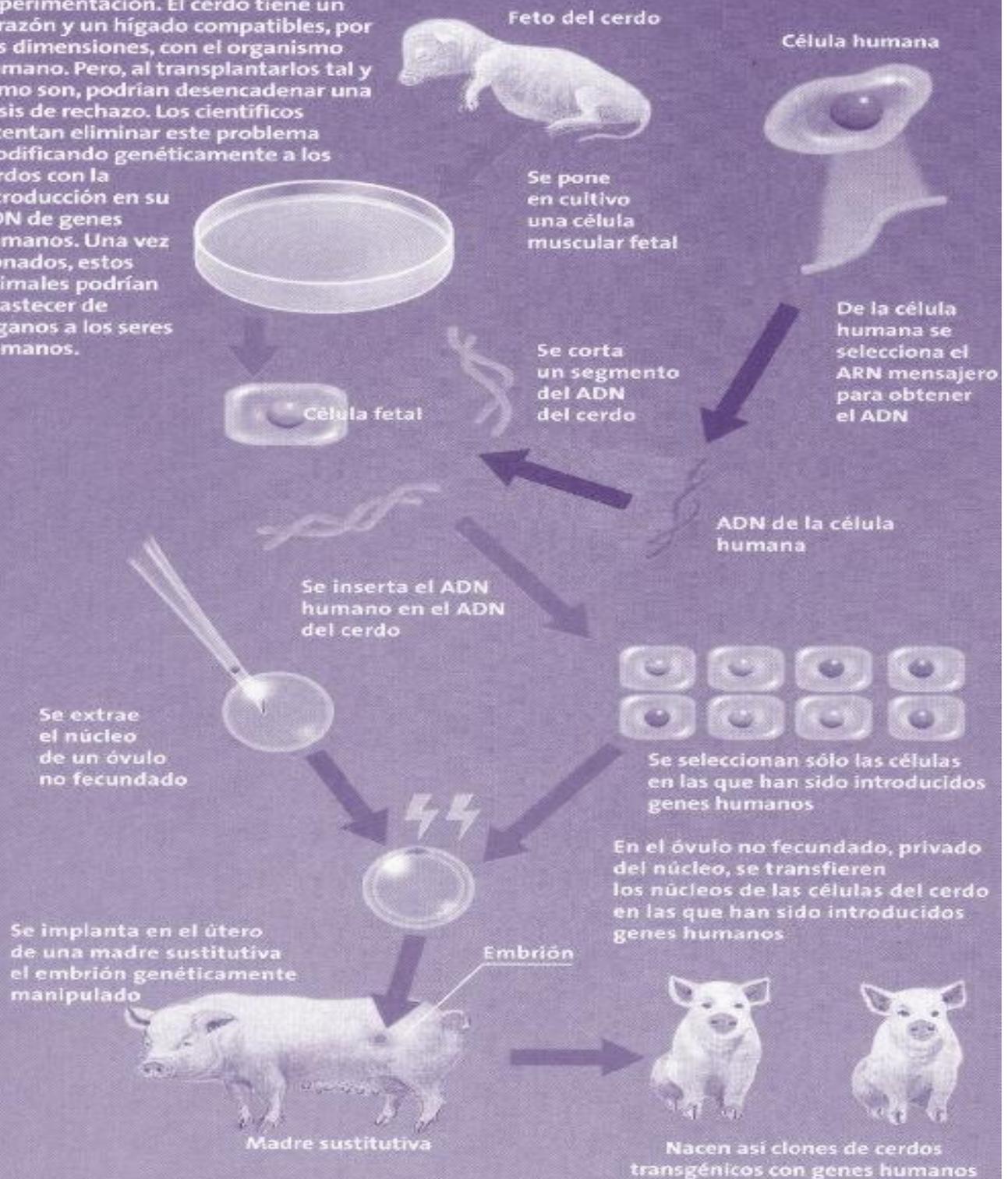
En los trasplantes de órganos procedentes de animales, como en el de corazón, se está investigando en la producción de cerdos transgénicos, cuyas características inmunitarias hayan sido alteradas para evitar el rechazo, principal problema que aparece en el postoperatorio.

Otro caso interesante es el de la producción de animales «knockout», cuya característica es que han sido modificados para introducirles un alelo mutante que no es funcional. De esta forma se puede investigar los efectos de la falta de expresión del gen no mutado y de terapias para rectificar su defecto. Un caso frecuente es el de los ratones con el gen p53 inactivado, gen supresor de tumores.



Así se clonan cerdos transgénicos para transplantes

La técnica está aún en fase de experimentación. El cerdo tiene un corazón y un hígado compatibles, por sus dimensiones, con el organismo humano. Pero, al transplantarlos tal y como son, podrían desencadenar una crisis de rechazo. Los científicos intentan eliminar este problema modificando genéticamente a los cerdos con la introducción en su ADN de genes humanos. Una vez clonados, estos animales podrían abastecer de órganos a los seres humanos.





Preguntas



¿Súper Plantas? Aplicación agrícola de la Transgénesis

Entre las enfermedades que limitan sensiblemente la producción de cultivos de banano y plátano podemos mencionar las ocasionadas por hongos –las sigatokas común, amarilla o negra-, bacterias y virus. La sigatoka es una enfermedad que se está diseminando inexorablemente a la mayoría de las regiones productoras, conduciendo a un aumento en el control químico de la enfermedad, el cual se aproxima al 45% del costo total de la producción, que aumenta dependiendo del número total de aplicaciones requeridas. Esta enfermedad se encuentra actualmente afectando cerca de 150000 hectáreas de plátano localizadas en las costas, así como en la Amazonia y en el eje cafetero.

Alba S. Riveros (investigadora del departamento de biología, del Instituto de

1. Colombia se considera el tercer país productor de banano a nivel mundial. ¿Cómo puede afectar una enfermedad como la sigatoka el nivel socioeconómico del país?
2. ¿Cuáles son los efectos secundarios (ambientales y para los consumidores), del uso de fungicidas?
3. ¿Qué sucederá cuando el hongo adquiera resistencia a estos fungicidas? ¿Cómo puede influir esto en el aspecto socioeconómico del país?

La ingeniería genética es una nueva ciencia que se encarga del aislamiento, multiplicación y modificación de los genes. Gracias a esto es posible crear plantas mejoradas genéticamente que no sólo sean resistentes a la sigatoka y otras enfermedades, sino que también produzcan sus propios fertilizantes, lo que evitaría los enormes gastos en abonos y fungicidas

1. La biotecnología propone la creación de plantas mejoradas genéticamente, que sean resistentes a la sigatoka y otras enfermedades. ¿Cuál es tu opinión al respecto?
2. Con el calentamiento global y los cambios climáticos que se están presentando en diferentes zonas del mundo y del país, se ha contemplado la creación de plantas que sean resistentes a diferentes tipos de temperatura, además de tener un proceso de maduración controlada, es más se dice que es posible controlar la composición nutricional de las frutas y verduras, como las grasa, azúcares y vitaminas haciéndolas mucho más nutritivas.
3. ¿Qué tanto pueden impactar los cultivos genéticamente modificados en la salud de los consumidores?



Situación Problemática 6

- ESTÁNDARES:
- ✓ Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares
 - ✓ Explico la importancia de las hormonas en la regulación de las funciones en el ser humano

Los Hombres Máquina

Actualmente, el record de los 100 metros en atletismo pertenece a **Tim Montgomery** con 9.78 segundos. En 5 años, esta marca podría llegar a 8 segundos si a los atletas se les inyecta el **gen de la miosina**, el mismo que usan las ratas para huir de los depredadores.

La historia comenzó hace poco. En el año 2001, en Lausana, Suiza, unas ratas fueron manipuladas para que desarrollaran más eritropoyetina, o Epo, en sus riñones. Como resultado, los animales se movieron a mayor velocidad, sin agotarse. Aunque la eritropoyetina ya ha sido usada antes en humanos – en 1999 hubo un escándalo en Italia cuando se descubrió que 22 campeones internacionales la emplearon. La diferencia es que ahora ya no sería inducida sino parte genética de su ser.

El número de genes en el hombre supera los 30.000 y con los cuantos que ya se conocen, seguramente habrá un efecto impresionante en los atletas en pocos años. La manipulación genética busca modificar genes relacionados con la producción de:

EPO: aumenta el número de glóbulos rojos, mejora la capacidad pulmonar y reduce el cansancio.

Hormona del crecimiento: interviene en el desarrollo muscular.

Testosterona: produce músculos más voluminosos

Hormona IGF-1: fortalece los músculos y los hace más resistentes a las lesiones.

La Agencia Mundial Antidopaje asegura que la manipulación genética permitirá eliminar los agentes químicos asociados al dolor y calcula que en los juegos olímpicos de Pekín del 2008 ya participara el primer deportista transgénico. El médico de Coldeportes Orlando Reyes advierte que “sería difícil detectar las alteraciones genéticas puesto que los genes alterados son iguales a los del cualquier ser humano”

(Adaptado de: El Tiempo, marzo 23 de 2003, pags 3-10)



Preguntas



1. ¿Cuándo se habla de la eritropoyetina a qué se refiere la afirmación “la diferencia es que ahora ya no sería inducida sino parte genética de su ser”? Involucra los conceptos de genotipo y fenotipo en tu explicación
2. El doctor reyes afirma que “sería difícil detectar las alteraciones genéticas puesto que los genes alterados son iguales a los de cualquier ser humano”. Explica el significado de esta afirmación, ya que aparentemente hay una contradicción porque si se cambia un gen, este ya no sería igual a su versión anterior ¿entonces, a qué se refería el doctor reyes?
3. ¿Qué podría pasar si cuando se hace una alteración genética, el virus que porta el ADN modificado no se inserta en la región adecuada del genoma?
4. ¿Qué puede ocurrir si cuando se hace una alteración de síntesis proteica en una célula en la cual se ha inducido una mayor expresión de un gen determinado?



ANEXO 2

ACTIVIDAD / TALLER PROPUESTO PARA TRABAJAR LA TEMÁTICA DE ADN EN LA IEENSM


Acceptabe
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE MEDELLÍN

ESTUDIANTES: Daniel Iopesa Suarez GRUPO: 32A

PATERNIDAD NEGADA

Vanessa sólo tenía 15 años cuando descubrió que el amor de su vida era Juan Fernando, quien tenía 16 años; felices y dichosos en espera de la anhelada fiesta de graduación decidieron ir juntos a celebrar con el resto de compañeros la noche del 28 de noviembre en la discoteca Oceanía. En la mesa donde estaban ubicados los estudiantes de 11° A sólo se observaba la abundancia de licor, suficiente para mantenerlos activos y felices por el resto de la noche. Hacia las tres de la madrugada muchas personas salieron del lugar entre ellas Vanessa y Juan Fernando, quienes querían continuar con la fiesta, para lo cual se dirigieron hacia el hotel La Bahía que se encontraba ubicado justo al frente de la discoteca. Al siguiente día Vanessa se despertó sola en la habitación del hotel tratando de recordar lo que había sucedido. Ésta regresa cabizbaja a su casa, pensando en el motivo por el cual Juan Fernando la había dejado sola allí.

Mes y medio después de lo sucedido, Vanessa cansada de algunos mareos, náuseas y agotamiento que venía presentando decidió acudir al médico, quien le reveló su estado de embarazo. Ella salió del consultorio un poco confundida y asustada, sin saber que camino seguir. Inmediatamente se dirigió a buscar a Juan Fernando con quien no hablaba desde la noche de la fiesta; al contarle lo que estaba sucediendo éste evadió su responsabilidad diciendo que ese hijo no era de él, Vanessa desilusionada se fue para su casa.

1. ¿Qué debería hacer Vanessa para demostrar que su hijo es de Juan Fernando?
2. Elabore el final de la historia donde se demuestre la paternidad de Juan Fernando.

Solución

1. Se debería de hacer una prueba de paternidad para saber si Juan Fernando es el verdadero padre del niño que esperaba Vanessa.

2. Vanessa salió desilusionada para su casa, pero se puso a reaccionar y se preguntó ella misma si había una prueba para saber si Juan F. y salió directo

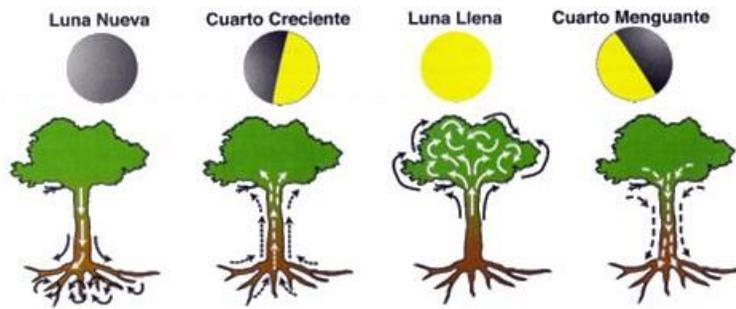
En que caso esta prueba

ANEXO 3

SITUACIÓN PROBLÉMICA: ¿INFLUYE LA LUNA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS? (ADAPTADO DE JIMÉNEZ, 2010)

Taller # 2: Situación problemática

¿Influye la luna en el crecimiento de las plantas?



Se oye decir a veces que hay que plantar, recolectar o podar las plantas en una fase determinada del ciclo de la luna (o que hay que cortarse el pelo en creciente o en luna llena). Así por ejemplo se recomienda sembrar entre luna nueva y cuarto creciente las semillas de germinación rápida (como las habichuelas), y sembrar entre luna llena y cuarto menguante las semillas de germinación lenta. Para podar en menguante. Otros dicen que las plantas crecen más en luna llena y que no se debe plantar en luna nueva.



Los estudiantes del grupo 8-B de la IEENSM, han oído a sus familiares y vecinos repetir esta creencia popular.

Motivados por una premiación en la ciudad de Medellín a la mejor propuesta investigativa de jóvenes estudiantes, se dividieron en grupos y comenzaron a buscar información sobre este tema, debido a que tanto por fuera como en la zona verde del colegio crecen varios tipos de plantas, como café y tomates entre otros. Comienzan pues, a buscar

información al respecto en la biblioteca y en internet, pero no encontraron estudios que demostrasen si el ciclo de la luna influye en las plantas. Lo que los lleva a fijarse como meta *confirmar científicamente si el ciclo de la luna afecta al crecimiento de las plantas*

Para iniciar con esta investigación, te recomendamos que en primer lugar planifiques de forma detallada los pasos a seguir y lo que deberías hacer con tus compañeros, para comprobar si es cierto que las fases de la luna afectan a las plantas.

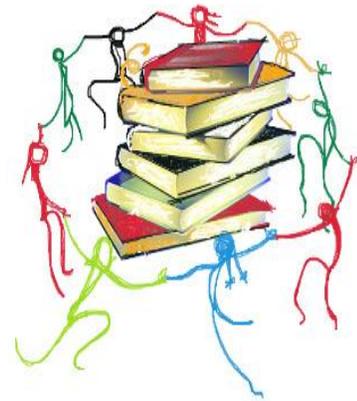
Te dejamos algunas preguntas que pueden orientar tu trabajo:

¿Qué hecho o fenómeno crees que te permitiría confirmar que las fases de la luna afectan a las plantas?

¿Qué información necesitas?

¿Qué experimentos realizarías?

¿Cómo puedes estar tan seguro de que comprobaste que las plantas se ven afectadas por las fases de la luna y no por otro factor?



ANEXO 4

SITUACIÓN PROBLÉMICA: ¿ES ESTE EL CUERPO DE COPÉRNICO?

(ADAPTADO DE JIMÉNEZ, 2010)

Taller # 3: Situación Poblémica

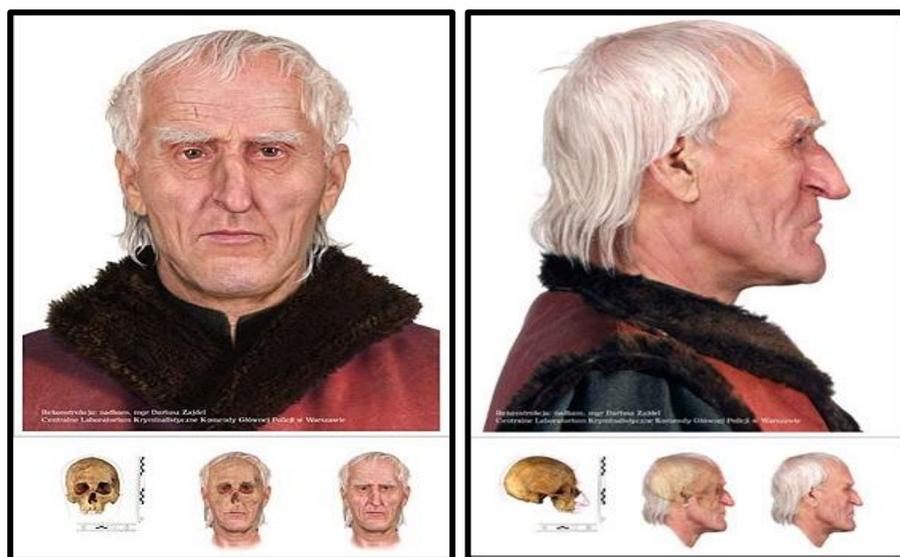
¿Es ese el cuerpo de Copérnico?



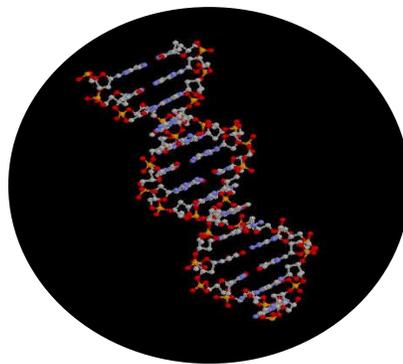
Nicolás Copérnico (1473-1543) fue un astrónomo que articuló la idea de que la tierra giraba alrededor del sol y no al revés, recopilando datos que lo apoyaban. Copérnico murió a los 70 años en Frombork (Polonia) ciudad en la que vivió los últimos años de su vida. En el siglo XVII, durante una de las invasiones de Polonia por Suecia, parte de su biblioteca fue llevada a Suecia, encontrándose hoy en la Universidad de Upsala. Se decía que había sido enterrado en la catedral de Frombork, pero, entre los diversos enterramientos, no había ninguna tumba que llevase su nombre (lo que en esa época era frecuente). Durante muchos años arqueólogos de distintos países buscaron sus restos en vano.

En agosto de 2005 un equipo dirigido por el arqueólogo Jerzy Gassowski, por encargo del obispo, encontró bajo el suelo de la catedral de Frombork, cerca de un altar, unos restos que atribuyeron a Copérnico, en concreto un cráneo y algunos dientes. La identificación se basó inicialmente en semejanzas entre el cráneo y los retratos de Copérnico como tener la nariz rota y una cicatriz encima del ojo izquierdo

Estudios forenses realizados sobre el cráneo indicaron que correspondía a un hombre de unos 70 años. El laboratorio forense de la policía de Polonia utilizó el cráneo para hacer una reconstrucción informática de cómo sería el rostro del hombre al que perteneció y que resultó semejante a los retratos de Copérnico.



La experta sueca en genética Marie Allen analizó ADN extraído de un diente de ese cráneo, de una vértebra y de un fémur. Para poder compararlo, se localizaron entre las páginas del libro *Calendarium Romanum Magnum* (que perteneció a Copérnico y ahora está en Upsala) cuatro cabellos. El análisis del ADN permitió comprobar en noviembre de 2008, que dos de esos cabellos, el diente y los huesos pertenecían a la misma persona.



¿ Preguntas ?

1. ¿Consideras que las pruebas son suficientes para identificar los restos encontrados con Copérnico? ¿Sería suficiente disponer únicamente de una o dos de estas pruebas? Explica tu respuesta
2. Haz una lista de todas las pruebas que se citan para identificar los restos, y ordénalas de la más a la menos confiable, es decir de la que te parezca más convincente a la que te lo parezca menos.
3. Indica en la lista las que consideres más específicas (es decir, que prueban que los

restos son precisamente de Copérnico) y las menos específicas (por ejemplo que sea alguien de su época que comparta otras características con él)

4. Piensa si para una o varias de esas pruebas habría una explicación alternativa a la propuesta (que el cráneo y los huesos pertenecen a Copérnico. Si una (o más) no prueba que el cuerpo es de Copérnico: ¿Qué es lo que lo prueba?

ANEXO 5
FRAGMENTOS RETOMADOS DEL MODULO DISEÑADO POR ESCUDERO (S.F)
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ARGUMENTOS

LA ARGUMENTACIÓN: CÓMO CREAR BUENOS ARGUMENTOS Y CÓMO DETECTAR FALACIAS

Módulo creado por: Profesora. Elena Escudero

INTRODUCCIÓN: ¿POR QUÉ APRENDER A ARGUMENTAR?

Un argumento *no* es simplemente la afirmación de ciertas opiniones ni se trata simplemente de una disputa. **Los argumentos son intentos de apoyar ciertas opiniones con razones.** Son una manera de informarse acerca de qué opiniones son mejores que otras. No todos los puntos de vista son iguales. Algunas conclusiones pueden apoyarse en buenas razones, otras, en cambio, tienen un sustento mucho más débil. Por ejemplo, decir: “Creo que con el adelanto de la genética algún día los elefantes podrán volar” es una opinión descabellada. En cambio, decir: “Creo que con los adelantos de la genética, pronto los padres podrán escoger el sexo de sus hijos” es una opinión más aceptable y más sólida que se puede defender con los adelantos de la ciencia y de ella se pueden lograr pruebas.

Argumentar es un medio para indagar. Supongamos esta opinión: “No debe permitirse la crianza de animales para la obtención de pieles porque supone el sacrificio de miles de animales y ello atenta contra la moral.” ¿Tiene razón quien la dice? Antes de decir sí o no, tendremos que indagar más a fondo. ¿Es inmoral el sacrificio de animales? ¿Puede el ser humano vivir sin cubrirse de pieles en todos los casos? ¿Y en los lugares de frío polar como Siberia o Alaska? ¿El negocio de las pieles es el único medio de vida de quienes se dedican a él? ¿Qué uso debe hacer el ser humano de los animales? ¿Qué posición asumen las asociaciones ecologistas sobre esto? ¿Por qué? En otras palabras, no siempre es fácil responder a estas preguntas de manera clara, por lo tanto, tampoco es sencillo estar a favor o en contra de la obtención de pieles de animales. Pero después de indagar las respuestas a las preguntas formuladas podremos tener mejores razones para estar a favor o estar en contra y podremos *defender* mejor nuestra posición.

Argumentar es una forma de encontrar fundamento a nuestras creencias. No basta con tener determinadas creencias. Es necesario que nos las cuestionemos y que nuestros puntos de vista se sometan a prueba. Hay muchas cuestiones que admiten diversas interpretaciones por lo que es necesario buscar pruebas y razones para las diferentes respuestas.

1. ¿QUÉ ES ARGUMENTAR?

La argumentación puede entenderse de dos maneras:

Primera: Argumentar es *dirigir a un interlocutor un argumento, es decir, una buena razón para hacerle admitir una conclusión e incitarlo a adoptar los comportamientos adecuados.*

Ej. Quien fuma mucho se arriesga mucho, pues está más que probado que el fumar incrementa el riesgo de contraer cáncer.

Ej. Ustedes, los políticos, debieran tomar más en serio el rechazo de los ciudadanos pues, a juzgar por las estadísticas de las encuestas, cada vez es mayor el número de personas, particularmente jóvenes, que se muestran defraudadas y alejadas de la política.

En el primer ejemplo, el riesgo de contraer cáncer es la buena razón para admitir que fumar es arriesgado. Además se intenta con ello incitar al oyente a que se comporte adecuadamente dejando de fumar. En el segundo ejemplo, saber que los ciudadanos se sienten defraudados de los políticos es una buena razón para que los oyentes (los políticos) admitan que hay que hacer algo. El hablante, además, intenta incitarlos a que se comporten adecuadamente tomando esto en serio.

Segunda definición: *Argumentar es manejar un conjunto de técnicas (conscientes o inconscientes) para legitimar nuestras creencias o comportamientos y para influir, transformar o reforzar las creencias o los comportamientos (conscientes o inconscientes) de la persona o personas que escuchan.*

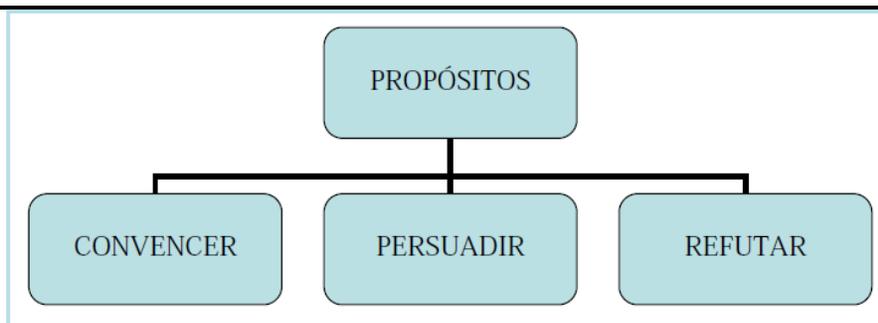
Ej. Yo creo que la ley no debe permitir que los homosexuales se casen, porque el matrimonio, tal y como se ha definido y entendido siempre, es la unión de un hombre y una mujer y así está contemplado en la Biblia.

Ej. Yo creo que se debe permitir que los homosexuales se casen, porque en una sociedad democrática todos somos iguales ante la ley y todos los ciudadanos deben tener los mismos derechos independientemente de su condición sexual o de su raza.

En el primer ejemplo, el hablante pretende legitimar su creencia sobre la unión entre homosexuales recurriendo a un argumento de autoridad que consiste en hacer referencia a la Biblia. En el segundo ejemplo, el hablante pretende legitimar su creencia tomando como razón los principios de igualdad de derechos ante la ley que rigen en las sociedades democráticas.

2. PROPÓSITOS DE LA ARGUMENTACIÓN

El discurso argumentativo tiene tres propósitos fundamentales:



· Convencer – El hablante argumenta a favor o en contra de algo, manejando razones de peso para lograr el acuerdo de los oyentes.

Ej. El derecho de las mujeres a votar fue ganado después de luchas incesantes. Asimismo, ir a la universidad pudo hacerlo la mujer sólo después de muchas batallas. Todavía no puede afirmarse que el derecho a la igualdad de oportunidades en el trabajo se haya conseguido a pesar de las luchas que se han dado. Por lo tanto, todos los derechos de la mujer se ganan sólo después de muchas luchas.

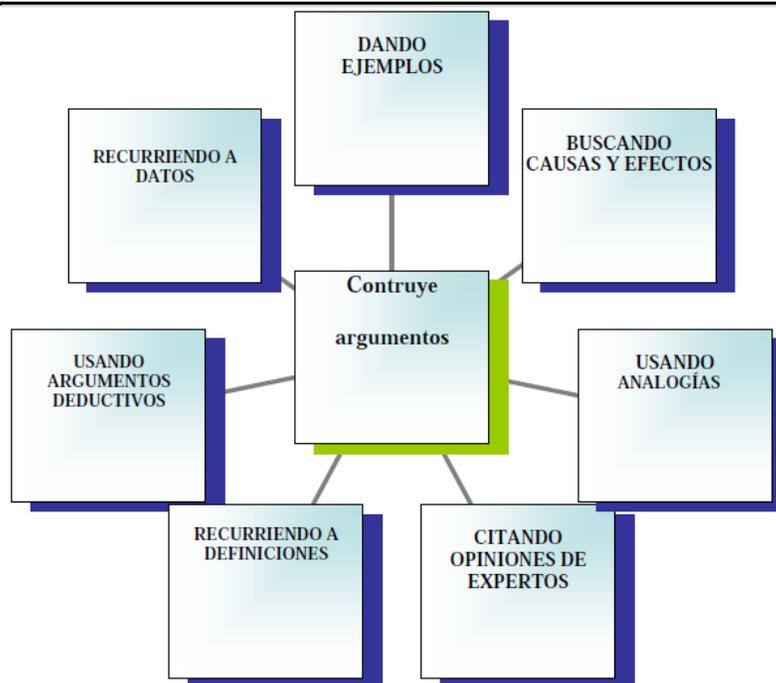
· Persuadir - El hablante pretende que sus oyentes no sólo se convencen de lo que dice, sino que se muevan a la acción concreta, que hagan algo en específico: comprar, votar, luchar, desistir. etc. Lograr esto puede ser más fácil o difícil dependiendo de las actitudes positivas o negativas de los oyentes hacia el asunto del que se trate.

Ej. Los oncólogos han relacionado la incidencia de cáncer de pulmón con el hábito de fumar. De igual manera, los cardiólogos asocian el uso del cigarrillo con las enfermedades cardiovasculares. Los neumólogos nos recuerdan que las enfermedades respiratorias se agudizan en los fumadores. ¿Todavía quieren seguir fumando?

· Refutar – Todo planteamiento puede dar lugar al planteamiento contrario. Por lo tanto, se puede crear un discurso argumentativo para expresar desacuerdo con lo que alguien haya dicho antes. El hablante que refuta se opone a lo que se ha dicho o disiente de ello. El oponente, en este caso, desaprueba las ideas propuestas por el hablante, señalando cuáles fueron sus argumentos débiles y sus posibles falacias.

Ej. Decir como usted ha dicho que a los homosexuales se les debe castigar porque son pecadores y así lo dice la Biblia es lo mismo que afirmar que es bueno que haya esclavos porque los hay en la Biblia y ésta no condena la esclavitud.

3. ¿CÓMO CONSTRUIR BUENOS ARGUMENTOS?



A. Construir argumentos con ejemplos: Una manera de probar algo es ofrecer uno o más ejemplos específicos en apoyo de una generalización.

Ej. La poesía del siglo XX se hace eco del reclamo de igualdad de los sexos que promovían los movimientos de liberación femenina. Julia de Burgos, en su famoso poema “A Julia de Burgos” traslada a la mente de los lectores la fuerza de la liberación. Nancy Morejón en su poema “Amo a mi amo” proclama el final de la sumisión de una esclava amorosa. Ana Rosetti va mucho más lejos proponiendo la entrega libre al placer y a la autosuficiencia sin consideración alguna al varón en “Cierta secta feminista se da consejos prematrimoniales”.

La generalización que se defiende (la conclusión) es: La poesía del siglo XX se hace eco del reclamo de igualdad de los sexos que promovían los movimientos de liberación femenina.

Los ejemplos son:

1. Julia de Burgos, en su famoso poema “A Julia de Burgos” traslada a la mente de los lectores la fuerza de la liberación.
2. Nancy Morejón en su poema “Amo a mi amo” testimonia el final de la sumisión de una esclava amorosa.
3. Ana Rosetti va mucho más lejos proponiendo la entrega libre al placer y a la autosuficiencia sin consideración alguna al varón en “Cierta secta feminista se da consejos prematrimoniales”.

La argumentación mediante ejemplos tiene algunos requisitos que debes respetar:

· **Deben presentarse varios ejemplos.** Con uno solo, más que probar algo, lo que hacemos es ilustrar. A mayor número de ejemplos, mayor peso adquiere la idea que queremos defender. En el ejemplo anterior recurrimos a tres poetas, pero podríamos aún ampliar el número y referimos también a Vanesa Droz a Gioconda Belli, etc.

· **Los ejemplos deben ser representativos.** Esto quiere decir que efectivamente son casos adecuados para representar lo que afirmamos. Las autoras que citamos antes son poetas sobresalientes en el siglo XX, reiteran ese mensaje en otros poemas también y su voz es reconocida y valorada.

· **Antes de argumentar con ejemplos debemos tener toda la información de trasfondo.** Debemos estar seguros -por la información que hemos leído- de que en el siglo XX hubo movimientos de liberación femenina y de que su mensaje lo recoge la poesía de la época, muy particularmente la de las mujeres poetas.

· **Es importante considerar los contraejemplos.** ¿Hay poesía en el siglo XX que defienda la desigualdad entre los sexos? En caso de que así sea y usted la identifique, ¿hay suficientes contraejemplos?, ¿son representativos?. Si tú defiendes una generalización con ejemplos y encuentras muchos contraejemplos es conveniente que revises la generalización.

B. Argumentar identificando las causas y los efectos

Buscar explicar el porqué o los porqués de las cosas nos lleva a la argumentación a través de las causas. Se trata de buscar la correlación que existe entre dos situaciones o estados de cosas para determinar que una causa la otra. Por ejemplo, podemos observar en Colombia dos hechos sociales: 1) el machismo es un fenómeno social todavía vigente en nuestra cultura y 2) la igualdad de derechos y de oportunidades de la mujer todavía no se ha conseguido plenamente. Descubrir la relación entre 1 y 2 y ver que 1 provoca 2 es establecer una relación de causa. Tendremos que conectar las dos proposiciones mediante conectores causativos, tales como: *porque, a causa de que, ya que, dado que, gracias a...*

El resultado será:

La mujer puertorriqueña todavía no ha conseguido la igualdad de derechos y de oportunidades plenamente, *porque* el machismo es un fenómeno social que aún no ha desaparecido de nuestra cultura.

A veces argumentar obliga a señalar los efectos o consecuencias que puede tener una determinada acción o hecho. Por ejemplo, de la pregunta ¿Es necesario legalizar la droga? Podríamos obtener dos respuestas como éstas: 1) Sí, la legalización de la droga permitirá reducir a las mafias relacionadas con el narcotráfico. (Efecto positivo) 2) No, la legalización de la droga aumentará el número de drogadictos. (Efecto negativo)

Los argumentos de causa y los de efecto están muy cerca unos de los otros, pues es sencillo ver que, en el ejemplo anterior, la proposición que no está subrayada (la legalización de la droga) puede identificarse como la causa de un efecto positivo (reducir las mafias) o de un efecto negativo (aumentar el número de drogadictos). Los conectores para las consecuencias o efectos son: *por lo tanto, en consecuencia, por consiguiente, de ahí que, puesto que...*

Otros ejemplos:

Los jóvenes de hoy tienen gran dificultad para encontrar modelos a seguir, (conclusión) *porque vivimos en una sociedad en la que los jóvenes ven y viven la violencia a diario (causa 1); porque vivimos en una sociedad en la que las figuras que se supone sean modelos para la juventud son las que le fallan constantemente con sus acciones y su mal ejemplo (causa 2).*

La conciencia ecológica no parece ser característica de muchos funcionarios de gobierno (conclusión) *puesto que parecen pasar por alto el efecto nocivo que tiene para el país otorgar permisos de construcción sin límite a lo largo y lo ancho del país, sin importar la cantidad de tierra cultivable que ahí se destruya (efecto 1). Parece que los funcionarios pretenden garantizarles a nuestros hijos que tendrán que pagar cada día más para obtener agua y alimentos, y que tendrán que someterse a la tiranía del cemento y del automóvil por el resto de sus días (efecto 2).*

La argumentación que señala causas y efectos es muy característica de la ciencia (piensa en la medicina), de la historia y del periodismo de opinión. Al argumentar mediante las causas y los efectos, debes tener en cuenta lo siguiente:

- Es importante que expliques *por qué* el asunto A es causa del asunto B o *por qué* el asunto A produce el efecto B.
- La mayoría de los sucesos tienen muchas causas posibles. Debes llegar a señalar varias causas y a identificar la *causa más probable*.
- Hechos correlacionados no siempre están relacionados. Puedes correlacionar la violencia con la televisión pero no necesariamente la televisión es siempre la causante de la violencia.
- Cualquiera de los hechos correlacionados puede causar el otro. ¿Es la televisión la que causa relajación de la moral en la sociedad o es la relajación moral de la sociedad la que produce programas de televisión sin valores morales?
- Hechos correlacionados pueden tener una causa común. La relajación moral de la televisión y la falta de valores morales en la sociedad puede provocarlos el consumismo y el mercantilismo.
- Las causas pueden ser complejas y múltiples. Rara vez encontramos una única causa. Por ejemplo, no podríamos defender que la *única* causa de la violencia es la televisión.

C. Argumentar mediante analogías

Una analogía es una comparación que busca similitud entre dos hechos o situaciones. El argumento:

Para alcanzar el éxito en una empresa, los equipos de trabajo, como los equipos de baloncesto, deben atenerse a las decisiones del presidente. No da resultado que cada uno juegue o trabaje por su cuenta no importa el empeño que pongan en ello. recurre a la comparación entre un equipo de baloncesto y un equipo de trabajo de una empresa.

Otros ejemplos:

El Estado debe hacerse cargo de los tratamientos de metadona porque los adictos son como los alcohólicos (analogía). La colectividad se hace cargo del tratamiento médico de los alcohólicos, por lo tanto debe hacerse cargo también del tratamiento de metadona de los drogadictos.

El Estado no debe hacerse cargo del tratamiento de los drogadictos con metadona como lo hace con el tratamiento médico de los alcohólicos (analogía), porque la metadona no es un tratamiento, es una droga. Podemos hacernos cargo del tratamiento médico de los alcohólicos, pero no de pagarles la bebida.

En ambas formas de argumentar (expresando ideas contrarias) se recurre a la analogía o la comparación con los alcohólicos. La analogía desempeña un papel importante en las argumentaciones en las que se plantea un precedente, en las que se relaciona el caso presente con un caso típico o aquellas en las que se propone seguir un modelo. Su funcionamiento es muy característico de los ámbitos jurídico, político y moral.

Recuerda:

· Una analogía para que sea buena debe hacerse entre realidades que sean realmente similares.

D. Argumentos de autoridad

Argumentos de autoridad son los que recurren al conocimiento y la sabiduría de otros para confirmar lo que hemos señalado. Se trata de recurrir a una voz autorizada para darle peso a nuestra afirmación. Esta persona experta en la materia garantiza nuestro planteamiento. La consideramos una fuente autorizada para hablar de ese tema.

Podemos citar textualmente lo que dice el experto o parafrasear sus ideas.

Por ejemplo:

La sociedad puertorriqueña se resiste a aceptar los cambios culturales (conclusión). “Los cambios culturales se han dado en Puerto Rico desde principios de la década de los ochenta. Pero más claramente desde los noventa, con el movimiento del hip-hop promocionado inicialmente por los sectores más desventajados de la sociedad norteamericana –los afroamericanos- que se fue consolidando de distintas formas”, señala el Dr.

Daniel Nina, profesor de derecho de mediación, sociología del derecho y derecho de entretenimiento en la Escuela Eugenio María de Hostos de la Universidad de Puerto Rico. (*argumento de autoridad expresado mediante cita textual*) Nuestra sociedad rechaza algunas formas de expresión cultural como el reggaetón (conclusión). Según el Dr. Daniel Nina, se trata de un cambio cultural muy provocador para la sociedad puertorriqueña, porque ha dado paso a que los jóvenes se expresen de una forma que la sociedad no entiende. A eso se le añade un discurso estético –vestimenta- un lenguaje muy particular –la letra de la música- y una representación tan clara y tan distinta a lo previo, que es obvio que algunos sectores de la sociedad se resistan a aceptarlo (*argumento de autoridad expresado mediante paráfrasis*)

La autoridad no siempre es la de un especialista en la materia. La autoridad puede emanar de un organismo acreditado: Naciones Unidas, Amnistía Internacional, la Organización de Derechos Humanos, la organización ecológica Greene Peace, la UNICEF, etc... A todas estas organizaciones se les asigna un alto nivel de credibilidad debido a la imagen de seriedad que han proyectado.

Son fuentes creíbles y cualificadas.

Otras veces recurrimos a fuentes de autoridad más difusas o indefinidas: la Costumbre, el Tiempo, la Sabiduría (de los chinos, por ejemplo), la Ciencia, la Opinión Pública...

Cuando uses argumentos de autoridad, recuerda que:

- *Debes citar las fuentes de información.* Al oyente le da más confianza tu opinión si puede verificar la fuente de la cual la extrajiste.
- *Las autoridades citadas deben estar cualificadas.* No basta con citar a cualquiera. Debes estar bien seguro de que efectivamente esa persona o ese organismo saben lo que dicen, pues son estudiosos de la materia o se dedican plenamente a ese asunto.
- *Las autoridades citadas deben ser imparciales e independientes.* Las personas que tienen mucho que perder en una discusión no son generalmente las mejores fuentes de información. Incluso, a veces, no dicen la verdad. Piensa, por ejemplo, en los políticos.

E. Argumentación sobre la naturaleza de las cosas y su definición

Definir es establecer los rasgos distintivos de algo. La argumentación por la definición se denomina a veces argumentación por la esencia porque capta los rasgos esenciales de lo definido y sólo esos. Supone asignar a cada individuo, concepto, objeto o situación el lugar exacto que le corresponde por la naturaleza de las cosas y este tipo de argumentación es la argumentación por excelencia.

Ej. Una democracia supone una Constitución, la existencia de un parlamento elegido, la convocatoria de elecciones en períodos regulares y fijados por la ley, la responsabilidad de los gobernantes y la aplicación de las leyes (definición). Puerto Rico cumple con todas estas especificaciones Por lo tanto, Puerto Rico es una democracia (conclusión).

A la hora de argumentar, muchas veces el significado de las palabras requiere definiciones explícitas, porque puede darse el caso de que el término no lo usemos en ese caso con su significado común sino con un sentido más especializado. Otras veces los significados son poco precisos o pueden haber acumulado en la lengua general connotaciones diversas.

Ej. La sociología define nación como una forma social de agrupación humana, originada por la influencia de elementos naturales (territorio y convivencia de gentes), por la acción de elementos morales (lengua, religión, costumbres e ideas) y por la historia que funde unos y otros en una comunidad de cultura (definición). Partiendo de esta definición sociológica, en Puerto Rico se dan estas condiciones, por lo tanto, Puerto Rico, sociológicamente hablando, es una nación (conclusión).

Como puedes observar, mientras en el primer ejemplo el concepto *democracia* puede definirse simplemente para identificar sus rasgos distintivos, en el segundo, la palabra *nación* en Puerto Rico necesita definirse no sólo para identificar los rasgos distintivos, sino también porque es un término que en la lengua general tiene para algunas personas connotaciones negativas asociadas a los sentimientos nacionalistas e independentistas que determinados sectores de la población han desacreditado por largo tiempo.

Cuando recurras a la definición como medio para argumentar, recuerda lo siguiente:

- Asegúrate de que mantienes la misma definición durante todo el proceso argumentativo. No cambies de sentido al término.
- No recurras a definiciones cargadas de emotividad. Por ejemplo, no hables de *guerra* como “exterminio” o “genocidio”; de *aborto* como “asesinato”; de *estadistas* como “vendepatrias” o independentistas como “macheteros”.
- Las definiciones deben ser concretas, específicas y claras.
- Enfoca la definición a los rasgos esenciales y distintivos. Evita las definiciones demasiado amplias o las demasiado estrechas.

F. Argumentos deductivos

Un argumento deductivo es aquel cuya conclusión está contenida en las premisas y se desprende inevitablemente de ellas, de modo tal que si las premisas son verdaderas, la conclusión es verdadera y si las premisas son falsas, la conclusión necesariamente será falsa también. Si están correctamente formulados, se llaman argumentos válidos. Muchas veces son

argumentos obvios.

Ejemplos:

1. Si los estudiantes universitarios estudiaran más, saldrían mejor. Los estudiantes universitarios no estudian más. Por lo tanto, los estudiantes no saldrán mejor.
2. El ser humano, mientras más años cumple, más energía y salud tiene. María ya ha cumplido 80 años. Por lo tanto, María tiene más energía y salud que cuando tenía menos años.

Los argumentos deductivos ofrecen certeza, sólo si las premisas son ciertas. Ese es el caso del ejemplo 1, pero no del 2.

Pueden darse en forma negativa:

3. Los perros ladran cuando no conocen al visitante. El perro no ladró. Por lo tanto, el perro conoce al visitante.

Muchos de estos argumentos se presentan en forma de hipótesis. Una hipótesis es una suposición de algo posible o imposible que nos permite sacar una conclusión. Ejemplo:

4. Si Puerto Rico cambia su modelo económico, podrá insertarse en el mundo global. Si Puerto Rico se inserta en el mundo global, la economía se acelerará y habrá más oportunidades de empleo. Por lo tanto, para encontrar mejores oportunidades de empleo será necesario un cambio en el modelo económico de Puerto Rico.

En otras ocasiones el argumento deductivo se presenta en forma disyuntiva (una alternativa excluye a la otra) Ejemplo:

5. En la Universidad, la solución al problema presupuestario podemos encontrarla en un alza en el costo de la matrícula o reduciendo gastos operacionales. No podemos decretar un alza en el costo de matrícula. Por lo tanto, debemos reducir los costos operacionales.

Parecido a la forma disyuntiva es el dilema. El dilema presenta dos premisas contrarias como únicas salidas al problema y entre las cuales necesariamente hay que escoger para llegar a una conclusión. Ejemplos:

6. Ante una enfermedad tan dura como el cáncer, el enfermo no tiene otra alternativa (conclusión): *o se rinde o decide enfrentar con valentía la enfermedad (dilema).*
7. Las mujeres musulmanas tendrán que enfrentar inevitablemente su peculiar situación (conclusión): *aceptan la condición de subordinación al varón que promueve su cultura tradicional y sus creencias religiosas o rompen con su propia tradición y adoptan un modelo de vida nuevo, fundamentado en la igualdad tal y como hoy la concibe occidente (dilema).*

Si usas argumentos deductivos, recuerda:

· *No recurras a argumentos demasiado obvios.* Por ej., “Todas las personas son imperfectas, así que si tú eres persona, eres imperfecta.”

- Si planteas una disyuntiva, asegúrate de que una alternativa excluye a la otra.
- Si planteas un dilema, asegúrate de que sólo hay dos salidas al problema planteado.

G. Argumentar apoyándose en datos

Las opiniones son, por lo general, más acertadas cuando están sustentadas con información adecuada. El manejo de datos es un recurso de argumentación muy valioso. Ejemplos:

Dorado es quizás el municipio que más está sufriendo la destrucción de su medio ambiente a causa de un desarrollo desenfrenado y sin control (conclusión). El Servicio Forestal Federal hizo un estudio en 1984 identificando en los predios del Hyatt un bosque con 51 especies de árboles. Sin embargo, al momento del estudio, el bosque ya había sido reducido en un 79% en comparación con un estudio hecho en 1926. En febrero de 2005, más de 750 árboles fueron talados en lo que quedaba de bosque en el Hayatt. Recientemente se repitió el mismo evento en la Carretera 693 de Dorado (datos).

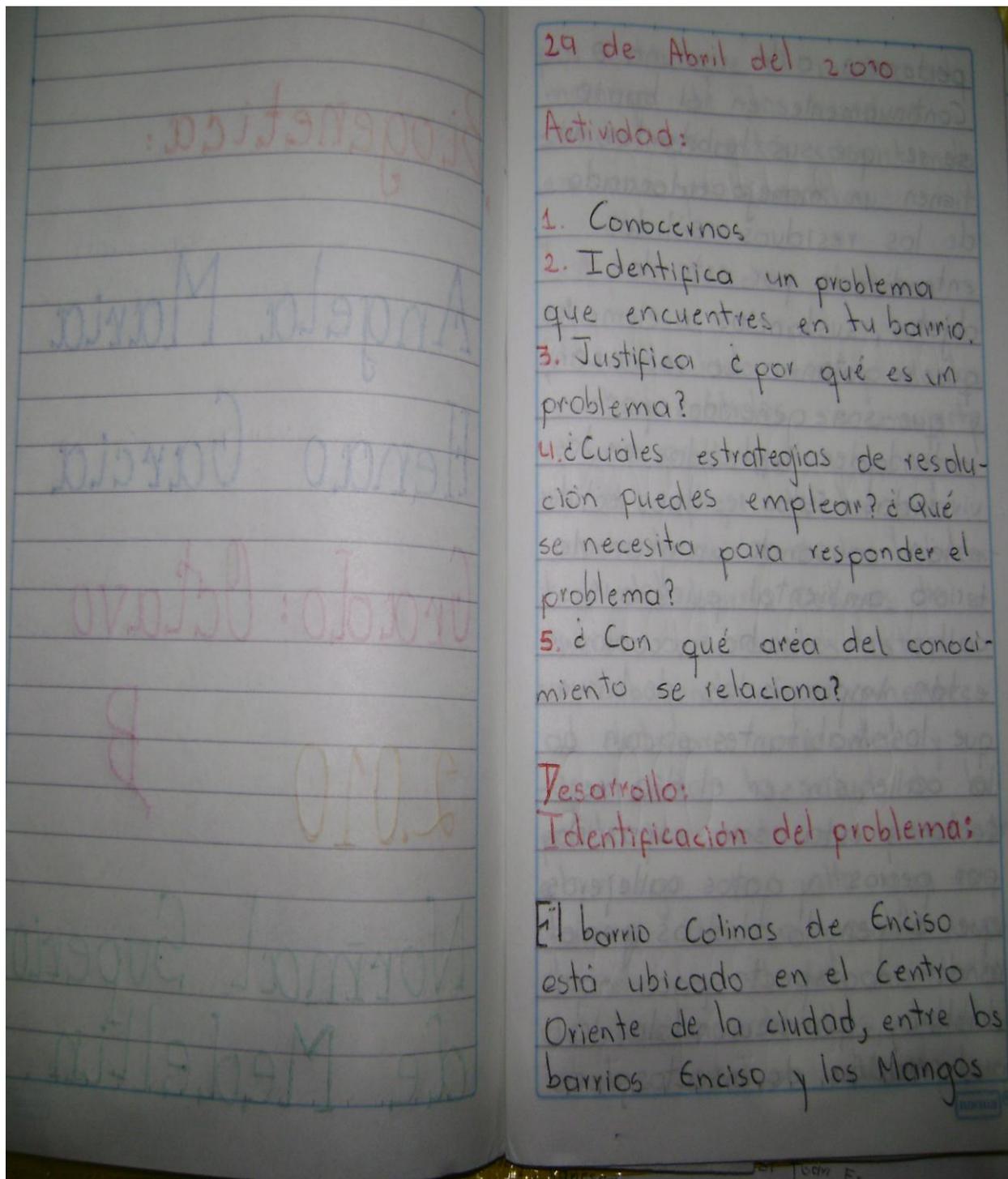
En Puerto Rico la subcultura de los “blogs” está en su etapa inicial. Nuestra fiebre de “blogs” apenas comienza, aunque se desarrolla con rapidez (conclusión). Algunos expertos se aventuran a calcular unas 500 bitácoras, pero el Dr. Núñez publicó en su blog a fines de 2005 que había encontrado datos de 106 blogs, ya que unos 21 están desactivados o todavía no han publicado artículos. De estos unos 56 son hombres, 47 son mujeres y 3 son grupales. Con relación al tiempo que llevan creados, alrededor del 48% tiene menos de seis meses. El 88% tiene sólo un año (datos).

Cuando argumentes con datos recuerda:

- Maneja datos claros y exactos. Debes presentarlos de modo sencillo y de forma exacta, evitando las imprecisiones.
- Asegúrate de que los datos son confiables. La fuente de referencia de la que los obtienes debe ser conocida y prestigiosa.
- Respeta la información y ofrécela de manera fiel. No debes hacer alteraciones en la información para acomodarla a lo que quieres decir, sino que debes respetarla y presentarla fielmente.
- Trata de encontrar los datos más actuales. La información cambia rápidamente, por lo tanto debes estar pendiente de que no sea información atrasada.

ANEXO 6

EJEMPLO DE LA PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA POR E2 EN SU BARRIO



pertenece a la comuna 8.
Continuamente en el barrio se ve que sus habitantes no tienen un manejo adecuado de los residuos sólidos entendiendo por este los objetos, sustancias o elementos que se votan o se rechazan, y que son generados por actividades realizadas en las viviendas. Estos residuos sólidos están causando un gran deterioro ambiental pues sus calles en muchas ocasiones están impregnadas de basuras que los habitantes sacan a la calle, sin ser el día recolector y estas son esparcidas por perros y gatos callejeros que rompen los bolsos generando un aspecto poco agradable y favoreciendo la proliferación de insectos; es

por esto que el inadecuado manejo de los residuos sólidos se está convirtiendo en una problemática.

Justificación del problema:

El inadecuado manejo de los residuos sólidos se convierte en una problemática ya que es el reflejo de la poca concientización de los habitantes del barrio Colinas de Enciso los cuales están contribuyendo directamente al deterioro ambiental y afectando la salud de la población esto sin mencionar el riesgo tan alto que estamos de una posible inundación por el taponamiento de las acantarillas, debido a los residuos sólidos que

dejan en cualquier lugar, con la lluvia son arrastrados a los caños principales y también la ploriferación de animales como moscas o zancudos que en casos extremos podrían ser portadores del dengue. Por otro lado se noto un poco sentido de pertenencia con el entorno físico y natural que lo rodea cuya razón podría ser porque muchas personas viven en viviendas arrendadas entonces no tienen un aprecio verdadero por el Barrio.

Estrategias de solución:

1. Campanas que lidere la acción comunal sobre la importancia de asear el barrio y sacar los residuos

sólidos.

2. Concientización sobre la importancia de separar las basuras (reciclar) ya que esto es una fuente de empleo.

3. Realizar unos pegables con información sobre el concepto de: **ecología, residuos sólidos, contaminación, ploriferación, alcantarillado, cono e inundación.**

4. Colocar carteles que inviten a las personas a no dejar los residuos sólidos en cualquier lugar sino depositarlos el día que pasa el carro recolector.

5. Invitar a instituciones como **Mi no, EPM, COPANTIOQUIA,**

para que elaboren proyectos dentro del barrio que permitan la concientización y orientación de poner los residuos sólidos en su lugar.

Se relaciona con:

Sociales: sobre el entorno físico y geográfico. Habla sobre la importancia del trabajo comunitario.

Biología: sobre la importancia de la salud pública.

Ética: planteamiento de valores morales, sociales y culturales.

Matemáticas: datos estadísticos, niveles de contaminación, análisis de encuestas.

ANEXO 7

ALGUNAS DE LAS RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES AL HEURÍSTICO INICIALMENTE PROPUESTO PARA LA RESOLUCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLÉMICA LLAMADA: ¿ES ESTE EL CUERPO DE COPERNICO?

Respuestas.

1. El problema nos pide investigación y observación detenida de la situación a resolver.
2. Conocemos que los restos de copérnico aparecieron cerca del altar de la catedral de Frombork, los restos atribuye a un cráneo y dientes.
Reconocemos porque murió y la condición de su muerte.
3. Porque no apareció su cuerpo completo.
 - Porque apareció cerca al altar, sabiendo que era un hombre común
 - Por que razón apareció en sus restos semento
4. No en realidad no tengo ninguna información alternativa que me ayude a resolver el problema.
5. Realizando pruebas de ADN, buscando más afondo, datos en la cual podamos concluir todo lo que vivió en su vida cotidiana.
6. Se concluye que los restos son de nicolás copérnico ya que se han realizado varias pruebas de ADN y las comparaciones de rasgos y similitud por su cráneo y dientes.

8 Conoce el dibujo que se hizo y lo encontrado en este
debería saber como fue enterrado cópermico en la iglesia
y como aparecieron más ciertos, y por que razón solo le
aparecieron el cráneo y dientes embes de todo su cuerpo.

9 buscaría información en enciclopedias, periodicos y
información de 1546.

10 Me doy cuenta que resolví el problema, armando el
rompecabeza, y poder decir la causa de la muerte de
nicolás cópermico.

11 Yo pienso que las areas que nos alludarian a darle
solución al problema serian sociales y ciencias porque
Sociales: nos ayuda a saber lo sucedido en la epoca de cópermico
las ciencias: las ciencias nos ayudan a resolver inquietudes
hacerca de comparaciones de razas con sus partes.

12. Ver el problema de raíz y más afondo, esta situación
que implica mucha estrategia.

13 Haria pruebas a sus restos y sacaria conclusiones o
hipotesis acerca de sus restos.

14 creo que fallareia en la Realidad de su muerte.

15 MIS PASOS A SEGUIR FUE LEER Y COMPRENDER LO ENCONTRADO DE CÉRMICO QUE PODÍA HACER CON LO QUE MEDIR Y QUE PUEDO REALIZAR Y COMO RESOLVER.

16 SI CREO QUE ES UNA RESPUESTA LÓGICA YA QUE REALICÉ LAS PRUEBAS CONVENIENTES PARA DIRIGIRLOS A LA RESPUESTA

17 Hace 5 AÑOS cuando el gobierno promulgo la ley de justicia y paz para la entrega de los paramilitares, estos se comprometieron a divulgar la ubicación de los fosos donde habían enterrado a sus víctimas con esta información la fiscalía general de la nación hizo uso del cuerpo tecnico de investigación quienes utilizaron metodos científicos y de A.B.N., Antropologicos an identificado a personas que se debian por perdidos llevando sociego a sus familiares.

DESARROLLO.

1. Si creo que son pruebas convincentes ya que estas pruebas nos harían saber la verdad de la realidad de Cópico.

2. ADN

- Reconstrucción informática de un rostro basándose en el cráneo.
- Comparación antropológica.

3. ADN.: por que se comparó la toma del ADN de los dientes de la tumba y de un fémur cuando se compararon con los cabellos que se hallaron en el libro CALENDARIO ROMANUM MAGNUM que le pertenece a Nicolás Cópico.

Comparación Antropológica. Es una prueba no confiable ya que cualquier persona podría haber tenido los mismos rasgos y señas encontrados en la prueba.

4. No creo que haya una respuesta alterna para algunos de estos métodos ya que hay un método que me da a entender a quien le pertenece lo encontrado ya que, nunca hay dos personas que tengan el mismo ADN.

Mayo 21 del 2.010

Heurístico: Nicolás Copernico

1. ¿Qué les está pidiendo el problema?

Que lo solucione, buscando fuentes que me ayuden a encontrar varias pruebas para poder determinar si el cráneo y los dientes encontrados son de Nicolás Copernico, también me pide que busque una teoría y me apoye en ella.

2. Conozco aspectos importantes de su vida, y desconozco por qué murió, en qué condiciones y en dónde.

3. ¿De qué murió Copernico?
¿Por qué fue enterrado debajo

de la iglesia?
¿Por qué no apareció su cuerpo completo?

5. Realizando una serie de pruebas de ADN, buscando más afondo datos que nos ayuden a especificar su vida cotidiana.

7. ¿Por qué murió? ¿Por qué razón hubo una guerra?

8. En libros de historia de 1546, en revistas, en sitios de internet.

9. Me di cuenta que resolví el problema reuniendo todas las pistas y resultados que he encontrado. y así descubrir que Nicolás

Copernico murió en tales circunstancias y que son pertenecientes.

10. Las siguientes áreas me ayudan a encontrar el problema: Ciencias, Sociales,

11. Ver el problema desde la raíz y arrancarlo es decir solucionarlo, buscar metodos.

12. Mis pasos son: investigar acerca de la causa de su muerte, depende al resultado buscar conclusiones e hipotesis.

13. Yo pienso que fallaria acerca su muerte ya que puede haber muerto de forma natural, de todas

ANEXO 8

ALGUNAS DE LAS SITUACIONES PROBLÉMICAS PLANTEADAS EN LA GUÍA DE ACTIVIDADES RESUELTAS POR LOS ESTUDIANTES

PROBLEMÁTICA # 1

1. Catalina está protegida ya que padece un trastorno recesivo (Anemia falciforme) ya que es muy raro que las personas que padecen de anemia falciforme les de esta enfermedad ya que esta la hace inmune a la malaria.

2. Los avances científicos y tecnológicos permiten hoy en día realizar estos estudios manipulando los genes de la anemia falciforme para volver inmune a aquellas personas que no padecen (anemia falciforme) teniendo en cuenta que es un gen de una enfermedad para combatir otra enfermedad, se espera que en estos tratamientos las personas se vuelvan inmunes a la malaria.

Situación Problemática 2

1. Si yo fuera el médico les recomendaría que se arriesgaran a que su hijo nazca normal, pues con los avances quizás puedan encontrar una solución pero mientras acostumbrarse. Yo personalmente he visto personas con este problema y veo que ellos son capaces de hacerse valer y no ser objeto de burla.

2. Bueno. En primer lugar se requiere que el gen este clonado de manera que se puede este manipular e introducir en las células. Secuencia del gen. Clonaje del gen. Amplificación del gen dado en la células exigidas. Transplante e inyección

de las células con el gen clonado. Multiplicación de las células en el ser vivo. Liberación de la protena deficiente y corrección del defecto genético. Se hace el trasplante, la multiplicación y la liberación pero en el hombre aún no realizado.

3. Puede que a la madre como al hijo se desarrollen tipos de enfermedades distintas a las del gen codificado. También puede que mueran por algún mal procedimiento o puede que el gen insertado no funcione en el organismo de estos, ocasionandoles una vida peor.

4.

no insertar el gen correcto el feto quedaría igual o antes o sufriría una complicación y muerte. Insertar el gen que no es correcto puede ser uno de los riesgos de la terapia génica.

5. Los primeros experimentos en los que células tratadas genéticamente o manipuladas y fueron introducidas en pacientes humanos comenzaron en 1999.

Algunas enfermedades tratadas son: fibrosis quística, mucopolisacaridosis, enfermedad de Gaucher, hemofilia, hipercolesterolemia, deficiencia de adenosina desaminasa, distrofia muscular de Duchenne, tipos de cáncer. La

Medicina del futuro: una
nueva forma de prevenir
y curar enfermedades. Las
enfermedades que no pueden
ser curadas serían las
que van al contrario, como
en este caso,

Situación Problemática 3. Carta de E5

 Sr. MOHAMMAD HUSSEIN
FADLILLAH LIDER
ESPIRITUAL.

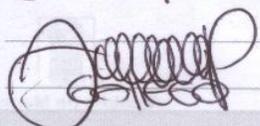
19 de octubre de 2010

ESTIMADO SR. HUSSEIN
lo dicho ANTERIORMENTE por usted,
me parece muy RAZONABLE PUESTO
QUE SU CRITERIO HA SIDO MODELO
PARA MI EDUCACION DE MANIPULA-
CION DE GENETICA.

CON RESPECTO A SU OPINION "SI
EL HOMBRE A HECHO ESOS DESCO-
BERMIENTOS es por que DIOS lo HA
PERMITIDO" me impacta el hecho de
que resalte q defienda LAS
INVESTIGACIONES CIENTIFICAS q AUN
MAS que este convencido de que
ESTAS ESTAN SIENDO PERMITIDAS
POR DIOS.

DE ANTE MANO, le comparto MI
APOYO q luego que dichas
INVESTIGACIONES SIGAN AVANZANDO
q NO SEAN MAL UTILIZADAS POR
EL HOMBRE.

UN cordial saludo.
GRASIAS POR SU ATENCION.




Alcaldía de Medellín

MEDELLIN ADELANTE Y SIN REVERSA

Situación Problemática 3. Carta de E4

Medellin, octubre 24 del 2020

cordial saludo a Mohammad Hussein Fadlallah.

La siguiente es para informarle que estoy de acuerdo con la conclusión que redactó acerca del video o el descubrimiento de la "vida sintética" ya que sin la ayuda de Dios ellos no podrian haber hecho ese descubrimiento y tambien estoy de acuerdo en que pueden crear vida artificial y no de verdad, de antemano gracias por su atension prestada,

Situación Problémica 3. Carta de E3

PROBLEMÁTICA #3

Méjellín, veintiséte de octubre de 2010

señor:

Mahammad Hossen Fadallan

Asunto:

Opinión acerca del video vida sintética.

Cordial saludo:

MI opinión acerca de su comentario de la clonación humana, me parece muy cierta y a pesar de ser distintas religiones, se habla y se expresa con sus palabras la realidad de los avances científicos y sus descubrimientos. son obras de Dios.

Cordial saludo

Gracias por su atención

Situación problemática 4

Solución

1R11 = Creo que en este mundo en el que estamos rodeados de discriminación no sería raro que en un futuro escogieran a la gente, "perfecta" para que gobierne y sea la dueña de todo.

2R11 = Mi opinión al respecto de el diagnóstico y la manipulación genética, a mi me parece algo muy bueno por que así se podrá evitar que nuestros hijos y los hijos de ellos nascan con enfermedades o se reproduzcan a lo largo de su vida y así puede haber un mundo más sano

3R11= Me parece muy bueno que todo sea natural que mi hijo nazca como el va a ser y no como yo quiera, pero a la vez me parece muy bueno poder escoger como va a ser mi hijo para yo saber desde antes de nacer sus gustos y así volver mi vida de padre más fácil.

4R11= Como va la tecnología hasta si creo que puedan hacer un hombre como Frankenstein, pero traería muchas complicaciones por que tendría partes de varias personas y esto aria que de pronto fallen sus organos o no sean muy compatibles para una posible larga vida

- Lo que pasaria es que el mundo se sobrepoblaría y si ahora se esta acabando todo donde no

muera la gente, todo se acabaría en un par de años y además la contaminación sería más grande por que hay más humanos que dañarían el medio ambiente

Al producir una persona igual que a Frankenstein traería.

Problema 5 5

1. Pueden ocurrir muchas enfermedades y pueden llegar a las cosechas donde siembra el banano.

2. Para usar la protección de las semillas y otras cosas

3. Pienso que puede influir ya que el hombre puede ser muy enfermedario para

la vida. Ay algunos
~~que~~ Hongos que dañan
mucho los productos
bancineras

1. Me Gustaria que
la biotecnologia podrie
ra curar todas las
enfermedades de las
plantas

2.

ANEXO 9

MATRIZ DE ANÁLISIS EN LA QUE SE INCLUYEN LAS RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES A LAS SITUACIONES PROBLÉMICAS PLANTEADAS TENIENDO EN CUENTA ALGUNOS ELEMENTOS DEL MAT

SITUACIÓN PROBLÉMICA 1

PREGUNTA 1: ¿Por qué Catalina está protegida contra la malaria?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	<i>Catalina gracias a su sistema inmunológico y su cadena de ADN pudo contraer la enfermedad recesiva de Anemia falciforme ya que esta enfermedad funciona como un sistema de defensa contra la malaria</i>	ip	is	pn	ic	ia	<i>Catalina tiene la ventaja y a la misma vez desventaja porque los glóbulos rojos se tuercen como una luna o una hoz y si el huésped se hospeda en uno de ellos se explotan y el huésped no tiene la posibilidad de desarrollarse.</i>	p	s	n	c	a	<i>Catalina está protegida contra la malaria ya que esta contrae Anemia falciforme</i>	p	s	n	c	a
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	<i>Porque en el caso de personas con anemia falciforme los eritrocitos tienen forma de hoz y no se pueden mover fácil por los vasos sanguíneos</i>	pp	ps	pn	c	pa	<i>Lo que ocurre es que estos son destruidos antes de que el parasito pueda salir de su estado de latencia y desencadenar la enfermedad</i>	p	s	n	c	a	<i>La anemia falciforme no permite el desarrollo de la enfermedad de la malaria</i>	p	s	n	c	a

E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	<i>Ya que es muy raro que a personas que padecen de anemia falciforme les de malaria.</i>	pp	is	pn	c	a	<i>La anemia falciforme es un trastorno recesivo.</i>	p	ps	pn	c	a	<i>Ya que la anemia falciforme la hace inmune a ésta.</i>	p	s	n	c	a
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	<i>Porque catalina al padecer de anemia falciforme sus células ya están deformes y la malaria ya no las puede deformar, entonces no logra ser infectada.</i>	p	ps	n	c	a	<i>La malaria deforma las células y la anemia falciforme son células en forma de hoz.</i>	p	ps	n	pc	a	<i>Es inmune por padecer de anemia falciforme.</i>	p	s	n	c	a
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Se cree que esta mutación se ha originado en las regiones del mundo donde la malaria era común, ya que las personas que presentan el rasgo de anemia falciforme, no contraen la malaria.	pp	is	pn	c	pa	La anemia falciforme es una enfermedad hereditaria es el resultado de una mutación genética que causa que las células de la hemoglobina sean defectuosas. La característica falciforme de hecho los protege del paracito que causa la malaria, que se transmite por el mosquito, la malaria es más frecuente en África y la zona del	p	ps	pn	c	pa	<i>Las personas que presentan anemia falciforme no contraen la malaria.</i>	p	s	n	c	a

												Mediterráneo Europeo.												
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque los glóbulos rojos al tener esa forma no pueden transportar el parásito impidiendo que se propague la enfermedad de la malaria	p	s	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	El mosquito no tiene las condiciones que necesita para crecer	p	s	n	c	a

PREGUNTA 2: ¿Consideras que con los avances científicos y tecnológicos se puede iniciar un estudio para transformar genéticamente a los individuos para hacerlos inmunes a esta enfermedad? ¿Cómo? Explica

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	np	is	pn	c	pa	Ya que podemos reconfigurar la cadena de ADN del padre y de la madre ²²	p	s	n	pc	pa	Se necesitaría que cada habitante del mundo tuviera la necesidad para el tratamiento de esta enfermedad, (malaria) necesitarían tener cuidado de no contagiarse de otra enfermedad mortal porque ya que todos los habitantes tienen la misma defensa no podrán	ip	is	pn	pc	pa	Si es posible que con los nuevos avances científicos y tecnológicos, se formen individuos inmunes a la malaria.	p	s	n	c	a

²² Agrega una refutación a su propia justificación cuando dice: “mas sin embargo no me parece adecuado ya que todo el mundo padecería de anemia lo cual es la defensa de la malaria pero para otras enfermedades no y todos tendrían entonces malaria”

													utilizar al 100% sus anticuerpos y se demorarían mucho en conseguir la cura o fabricarla, ya que la mitad del mundo ha muerto.											
E2	Toma como dato información encontrada en otros medio relacionada con la creación de vacunas	p	ps	n	c	pa	<i>Si, porque en la actualidad la ciencia y los avances científicos están muy desarrollados</i>	pp	is	pn	pc	pa	<i>Ahora existen vacunas que sirven para reducir la mortalidad de personas que sufren enfermedades como la del neumococo</i>	p	ps	n	c	pa	<i>Si existen vacunas anti-neumococicas pueden existir vacunas para la malaria</i>	p	ps	n	c	pa
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad e información relacionada con estudios sobre este tema	pp	is	pn	pc	pa	<i>Manipulando los genes de la anemia falciforme para volver inmune a aquellas personas que no padecen la enfermedad</i>	p	s	n	c	a	<i>Es un gen de una enfermedad para combatir otra enfermedad.</i>	pp	s	pn	c	a	<i>Los avances científicos y tecnológicos permiten hoy en día realizar estos estudios, esperando que estos tratamientos vuelvan a las personas inmunes.</i>	p	s	np	c	a
E4	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	np	is	pn	c	pa	<i>Considerando los avances científicos y tecnológicos, si se podría hacer a las personas inmunes a la malaria, por medio de la</i>	p	ps	pn	c	pa	<i>Su aplicación tiene grandes ventajas en la prevención de enfermedades severas.</i>	p	s	n	c	a	<i>Es posible que las personas resulten inmunes ante la malaria por medio de la terapia genética.</i>	np	ps	pn	pc	pa

							terapia genética que todavía está en desarrollo																	
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	np	is	pn	pc	pa	Porque así el mosquito no tendría el medio para crecer	np	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Si, manipulando los glóbulos rojos de las personas	np	is	pn	ic	ia

SITUACIÓN PROBLÉMICA 2:

PREGUNTA 1: Si tú fueras el médico ¿Qué les recomendarías a los futuros padres?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	Ya que no es fácil que un niño tome una situación como éstas así de fácil. Además, no sabemos cómo reaccionará el niño durante su formación.	pp	ps	in	pc	ia	N/P	--	--	--	--	--	Los apoyo en su decisión, pero tienen que tener en cuenta que este proceso de la terapia génica es muy peligroso.	pp	ps	pn	pc	pa
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	Pues con los avances quizás puedan encontrar una solución, pero mientras acostúmbrense	pp	ps	pn	pc	pa	Personalmente he visto personas con este problema y veo que ellos son capaces de hacerse valer	pp	ps	pn	pc	pa	Dejar que el hijo nazca normal	p	ps	pn	pc	pa
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	Porque tienen un 75% de probabilidades de tener un hijo con	p	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Que dejen que la naturaleza siga su curso.	pp	ps	pn	pc	pa

							<i>acondroplasia (que para los padres es normal) y esto es un buen porcentaje para tener su hijo.</i>																	
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	<i>Porque puede que al manipular los genes podría antes agrandar el problema y además, las probabilidades de que sea "enanito" son muy altas y muy pocas de que sea nazca normal.</i>	p	ps	pn	pc	pa	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>No manipulen nada. Dejen que el bebé nazca.</i>	pp	ps	pn	pc	pa
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	<i>Ya que al aplicar la terapia génica se podría causar cambios recesivos en el feto o en su defecto en la madre.</i>	p	ps	pn	pc	pa	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>La terapia genética solo debe ser usada en genes defectuosos. Les recomendaría a nivel médico que no es conveniente realizar éste proceso.</i>	p	ps	pn	pc	pa
E6	No tiene en cuenta la información proporcionada en la actividad, ni en otras fuentes de consulta	--	--	--	--	--	<i>Porque si los traen pueden extender la enfermedad</i>	np	is	in	ic	ia	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Les recomendaría que no trajeran niños al mundo con trastornos como ese</i>	np	is	in	ic	ia

PREGUNTA 2: ¿Qué riesgos pueden existir tanto para la madre como para el feto durante y después de llevar a cabo la modificación?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Existen dos probabilidades que salga bien o mal	pp	is	in	ic	ia
E2	Algunos apuntes de clase y otras fuentes de consulta	pp	ps	pn	pc	pa	La madre y el hijo pueden desarrollar enfermedades distintas a la del gen codificado. Pueden morir por algún mal procedimiento. El gen insertado puede no funcionar en el organismo generándoles una vida peor	pp	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	La adquisición de enfermedades, el no funcionamiento del gen o inclusive la muerte	pp	ps	pn	pc	pa
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	c	pa	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Existen dos probabilidades que salga bien o salga mal.	p	is	in	ic	ia
E4	Algunos apuntes de clase y otras fuentes de consulta	pp	ps	pn	pc	pa	Por la manipulación o modificación del feto. Mientras la madre, estaría sufriendo un cambio en su sangre y en su cuerpo, pudiendo desarrollar enfermedades.	pp	ps	in	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	El feto nazca con otras enfermedades y su madre podría tener problemas o enfermedades.	p	ps	pn	pc	ia

E5	Otras fuentes de consulta	pp	is	pn	ic	ia	Ya que podría haber una respuesta inmune ante este agente extraño y para la madre podrían generarse otras enfermedades extrañas	pp	ps	in	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Para el feto y la madre es muy riesgoso	p	ps	in	pc	pa
E6	No se hace evidente el uso de datos	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	La madre y el feto pueden morir	np	is	in	ic	ia
PREGUNTA 3: ¿Qué puede pasar si no se logra insertar el gen correcto en la célula del feto?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Algunos apuntes de clase	p	ps	pn	pc	pa	Porque existe la posibilidad de que el cuerpo rechace el gen y simplemente lo expulse.	p	ps	pn	c	pa	Sistema inmune	p	ps	in	pc	pa	Existe la posibilidad de desarrollar enfermedades, todo depende del sistema inmune	p	ps	pn	c	pa
E2	Algunos apuntes de clase	p	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Insertar el gen que no es correcto es uno de los riesgos de la terapia génica	pp	ps	pn	pc	pa	Puede quedar igual que antes o sufrir una complicación y morir	pp	is	pn	pc	pa
E3	Algunos apuntes de clase	p	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Mutaciones por la introducción de genes.	p	ps	pn	pc	pa	Puede ocurrir una malformación genética.	pp	ps	pn	pc	pa
E4	Algunos apuntes de clase e información proporcionada	p	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	El feto puede desarrollar otras enfermedades o puede nacer	pp	ps	pn	pc	pa

							realidad de los avances científicos y sus descubrimientos.																	
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	pp	ps	n	c	pa	Porque ellos podrán crear vida pero solo artificial, nunca crear vida natural; porque para mi Dios es el único que nos puede dar vida o por lo menos sentimientos.	p	ps	in	pc	ia	La religión católica.	p	ps	pn	pc	ia	Si estoy de acuerdo, ya que sin la ayuda de Dios ellos no podrían haber hecho ese descubrimiento .	p	ps	pn	pc	ia
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	pp	ps	n	c	pa	Porque su criterio ha sido modelado para mi educación de manipulación genética. Además, me impacta el hecho que resalte y defienda las investigaciones científicas y aun mas que esté convencido que estas estén siendo permitidas por Dios	p	ps	in	c	pa	La religión católica	p	ps	pn	pc	ia	Es muy razonable y ruego que dichas investigaciones sigan avanzando y que no sean mal utilizadas por el hombre.	pp	ps	in	ic	pa
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	pp	ps	n	c	pa	Porque si dios no quisiera que las cosas fueran así entonces nada pasaría	p	ps	in	pc	ia	La religión Católica	p	ps	pn	pc	ia	Si estoy de acuerdo	pp	is	in	pc	ia

PREGUNTA 2: Consideras que lo dicho por este líder, sólo aplicaría a la clonación o también sería válido para cualquier otro tipo de manipulación genética																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Ya que algunas manipulaciones genéticas son desarrolladas con el fin de modificar el gen del ser humano	pp	ps	in	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	No es válido para otro tipo de manipulación genética	np	is	in	ic	ia
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Pues Dios es creador de todo, él nos dio la vida para que con los avances podamos descubrir otras cosas ²³	p	ps	pn	pc	ia	La religión Católica: yo por ser católica, soy creyente en Dios	p	ps	pn	pc	ia	Lo que este líder ha dicho puede ser válido para algunas manipulaciones genéticas	p	ps	pn	c	a
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque todo es obra de Dios.	p	ps	pn	pc	ia	La religión católica.	p	ps	pn	pc	ia	Si, apoyo que es válido.	pp	ps	in	pc	ia
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Podría ser	pp	ps	in	pc	ia
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque teniendo en cuenta que Hussein está de acuerdo en que los avances científicos no	pp	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Es válido para cualquier tipo de manipulación genética siempre y cuando no atente contra	pp	ps	pn	pc	pa

²³ Presenta una refutación ya que finaliza diciendo: “aunque muchas personas piensan diferentes”. No obstante esta carece de explicación ya que no se aclara qué es lo que lleva a otras personas a ‘pensar diferente’

							son sacrilegios según sea el uso que se les dé a estos												las normas que están dentro de la región.					
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque si dios permitió que se pudiera crear la clonación entonces también debe estar de acuerdo con otros descubrimientos que haga el hombre para la manipulación	p	ps	pn	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Aplica a todo tipo de manipulación	p	ps	pn	c	a

PREGUNTA 3: El tiempo, la paciencia, la persistencia y la búsqueda constante de diversas soluciones hicieron parte de esta investigación. ¿Cómo reaccionas cuando te enfrentas a un problema y al primer intento no obtienes el resultado esperado?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	No deja ver el uso de datos u otra información	p	s	n	c	a	Porque respiro y busco la solución más sensata.	pp	ps	in	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Reacciono de manera tranquila.	pp	ps	in	pc	ia
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y el heurístico trabajado	p	s	n	c	a	Porque así puedo encontrar los errores que cometí para no repetirlos	p	ps	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Sigo intentando hasta tener éxito como en el video	p	ps	n	c	a
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y el heurístico trabajado	p	s	n	c	a	Que fue lo que me salió mal y buscar de nuevo una solución.	p	ps	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Reacciono de forma pensante.	p	ps	pn	pc	pa
E4	Toma como dato la información	p	s	n	c	a	Para saber que fue lo que hice mal e intentar	p	ps	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Analiza nuevamente el problema.	p	ps	n	c	a

	proporcionada en la actividad y el heurístico trabajado						nuevamente solucionarlo.																	
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y el heurístico trabajado	p	s	n	c	a	Ya que es de humanos equivocarse y mucho más desanimarse. Además, busco otras opciones para solucionar el problema, ya que la primera solución me hizo fracasar.	p	ps	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Mirar el error para buscar opciones y corregirlo	p	ps	n	c	a
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	s	n	c	a	Porque no me gusta y me desespero y me da pereza ²⁴	pp	ps	n	c	pa	N/P	--	--	--	--	--	No me dan ganas de seguir	p	ps	n	c	pa

SITUACIÓN PROBLÉMICA 4:

PREGUNTA 1: ¿Crees que puede ser posible que en un futuro no sólo sean necesarios esos requisitos y que se analicen aspectos relacionados con la información genética y la predisposición por sufrir enfermedades? ¿Podría convertirse esto en algún tipo de genioismo?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Pienso que esta problemática genera una problemática muy conflictiva ya que no es justo que una	pp	ps	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	No se está de acuerdo con los posibles procedimientos que se pueden llevar a cabo en el futuro.	pp	ps	pn	pc	pa

²⁴ Complementa incluyendo lo que se considera es una refutación: "aunque si alguien me ayuda de pronto lo intento otra vez"

							persona que se esforzó tanto en su formación como profesional y no es justo que le quite ese privilegio por una enfermedad o por una situación crítica de salud.																	
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	J1: una persona puede estar bien preparada pero por tener una enfermedad va a ser rechazada y situada en un trabajo no digno de lo que estudió J2: muchas personas necesitan trabajar para sustentarse	p	ps	pn	pc	pa	Este método aumentaría el desempleo y la desnutrición en nuestro país	p	s	n	c	a	Si podría convertirse en un tipo de genioismo y de injusticia	p	s	n	c	a
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque seleccionarían para distintos trabajos, a las personas completamente sanas.	pp	ps	pn	c	pa	Y habrían diferentes tipos de discriminación como la sexual, racial o genética	pp	is	in	ic	ia	Si, podría convertirse en un tipo de genioismo	p	ps	pn	pc	pa
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Porque estamos rodeados de discriminación; es posible que en un futuro	pp	is	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Creo que en el mundo en que estamos es posible.	pp	ps	in	pc	la

							escojan a la gente "perfecta" para que gobierne y sea la dueña de todo.																	
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	a	Ya que, partiendo desde el punto en el que al empezar la clonación y selección de mejores personas, se desplazara a otros puestos irrelevantes y sin importancia	pp	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Es un genoismo debido a la discriminación.	pp	ps	pn	pc	pa
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	s	pn	c	a	Porque si una persona tiene el ADN malo no va a poder trabajar	pp	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Yo creo que no	np	is	in	ic	ia

PREGUNTA 2: El diagnostico y la manipulación genética, tiene como objetivo que nazcan niñas y niños sanos, y que se eliminen enfermedades genéticas para las futuras generaciones. ¿Cuál es tu opinión al respecto?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	pp	ps	pn	pc	pa	Pienso que no es adecuado para el embarazo porque no es justo que mates una parte tuya y además si	pp	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	No se está de acuerdo con la manipulación genética	pp	ps	pn	pc	pa

							<i>planeaste desde un principio que se creara vida dentro de ti, no es lo adecuado, es incorrecto que por algo que salió mal porque era un proceso totalmente al azar.</i>																	
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad, algunas discusiones de clase y otras fuentes de información	p	ps	n	c	a	<i>Con la manipulación genética podrían prevenirse muchas enfermedades incluso antes del nacimiento</i> ²⁵	pp	ps	pn	c	pa	<i>Hay cientos de tipos de manipulación que llevarían a tener mejores alimentos, desarrollar vacunas y descubrir las causas de muchas enfermedades</i>	p	s	n	c	a	<i>Considero que es un procedimiento muy interesante al igual que importante y delicado</i>	pp	ps	pn	c	pa
E3	Toma como dato algunas discusiones de clase	p	is	pn	pc	pa	<i>Porque es un bien que se le hace a la humanidad.</i>	pp	is	in	ic	ia	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Si, estoy de acuerdo</i>	pp	ps	pn	pc	la
E4	Toma como dato algunas discusiones de clase	p	is	pn	pc	pa	<i>Porque así se podría evitar que nuestros hijos y los hijos de ellos nazcan con enfermedades o se reproduzcan a lo largo de su vida, y así</i>	pp	is	pn	pc	ia	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>El diagnóstico y la manipulación genética me parece algo muy bueno.</i>	pp	ps	pn	pc	pa

²⁵ Nuevamente esta estudiante incluye una refutación en su argumento al decir: *pero la iglesia está en contra de esto porque sería una modificación a la creación de Dios*

							<i>puede haber un mundo más sano.</i>																	
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad, algunas discusiones de clase y otras fuentes de información	p	ps	n	c	a	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Es un avance muy ingenioso y sobre todo muy aportante a la reducción de mortalidad y disminución de enfermedades genéticas</i>	pp	ps	pn	c	a
E6	Toma como dato algunas discusiones de clase	p	is	pn	pc	pa	<i>Así se puede evitar que nazcan niños enfermos</i>	pp	is	in	ic	ia	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Las enfermedades pueden ser eliminadas por la manipulación genética</i>	pp	ps	pn	pc	pa

PREGUNTA 3: ¿Te gustaría tener un hijo o una hija a tu gusto? es decir, que pudieras elegir el color de sus ojos, su estura, su coeficiente intelectual, su temperamentos, etc. ¿o prefieres que todo sea natural? ¿Por qué?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato algunas discusiones de clase y otras fuentes de información	p	ps	n	c	a	<i>Me gustaría que fuera natural ya que manipulando su información puede desatar nuevos males para el mundo y</i>	pp	is	pn	pc	pa	<i>Existe la probabilidad mínima que el hijo que nazca del proceso natural tenga la cura a cualquier enfermedad ya existente.</i>	pp	is	pn	pc	pa	<i>Es preferible que el proceso de tener un hijo sea natural.</i>	pp	is	pn	pc	pa
E2	No deja ver el uso de datos u otra	--	--	--	--	--	<i>Por un lado sería más confiable</i>	pp	is	pn	ic	ia	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Un niño seleccionado puede ser tanto</i>	pp	is	pn	pc	pa

	información						porque podría no sufrir enfermedades, por el otro sería malo ya que sabríamos todo sobre él y no habrían sorpresas											bueno como malo						
E3	Toma como dato algunas discusiones de clase	pp	ps	pn	pc	pa	Porque me gustaría seguir las leyes de la naturaleza y que el bebé salga con los genes del papá y de la mamá	pp	is	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Mejor que todo sea natural.	pp	is	pn	pc	pa
E4	No deja ver el uso de datos u otra información	--	--	--	--	--	Porque al nacer natural va a ser como él quiera y si lo pudiera escoger, sabría desde antes de nacer sus gustos y así volver mi vida de padre más fácil.	pp	is	pn	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Me parece muy bueno que todo sea natural y que también se pueda escoger como va a ser mi hijo.	pp	is	pn	ic	ia
E5	Toma como dato algunas discusiones de clase	pp	ps	pn	pc	pa	Ya que respetando los criterios científicos, respeto también las cuestiones de Dios, y la naturaleza de la vida no hay nada más bello que esperar ver nacer algo que añoraste y	p	s	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	Es preferible que el proceso de tener un hijo sea natural	pp	is	pn	pc	pa

E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y otras fuentes de consulta	p	ps	n	c	pa	<i>puesto que la tasa de mortalidad se reduciría a ceros, y surgirían más vidas y no habría muertes</i>	p	ps	pn	c	pa	<i>La muerte es algo desastroso pero es un mal necesario y natural de la vida como tal.</i>	ip	is	in	ic	ia	<i>Hay una sobrepoblación</i>	pp	ps	pn	pc	pa
E6	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--

PREGUNTA 5: ¿Qué implicaciones tendría la manipulación?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E2	Toma como dato algunas discusiones de clase	pp	ps	pn	c	pa	<i>Porque traerían soluciones a enfermedades que no han sido tratadas pero malas porque si algo sale mal podría alterarse el cuerpo</i>	pp	is	pn	pc	ia	N/P	--	--	--	--	--	<i>La manipulación trae consigo cosas buenas y malas</i>	pp	is	in	pc	ia
E3	Algunas discusiones de clase, videos y documentales relacionados con el tema	p	ps	pn	c	pa	<i>Porque se podría cometer errores o inventarse enfermedades por medio de estas manipulaciones</i>	p	ps	n	c	a	<i>Realización de súper personas, súper alimentos, súper medicinas</i>	pp	ps	pn	pc	pa	<i>La manipulación nos traería riesgos</i>	p	ps	pn	c	pa
E4	Algunas discusiones de clase	pp	is	pn	pc	pa	<i>Porque en algunos procedimientos , podría traer muchas enfermedades.</i>	pp	is	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	<i>La manipulación tendría muchos riesgos.</i>	p	ps	pn	c	pa

E5	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	
E6	No deja ver el uso de datos u otra información	--	--	--	--	--	Porque pueden traer enfermedades para el mundo y además no pueden tener cura	pp	is	pn	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Las personas serían diferentes	pp	is	pn	ic	ia

SITUACIÓN PROBLÉMICA 5:

PREGUNTA 1: Colombia se considera el tercer país productor de banano a nivel mundial. ¿Cómo puede afectar una enfermedad como la sigatoka el nivel socioeconómico del país?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad además de otras fuentes de indagación	p	ps	n	c	a	J1: Ya que dañaría todas las reservas bananeras, los agricultores se quedarían sin trabajo y los inversionistas ya no querrían invertir J2: por lo que el país tendría menos ingresos	p	ps	n	c	pa	N/P	--	--	--	--	--	Podría terminar siendo una catástrofe ambiental	pp	is	pn	ic	ia
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	pn	c	pa	Porque dañaría las cosechas de banano.	p	ps	pn	c	pa	Efectos de la sigatoka sobre los cultivos de banano y plátano.	p	is	pn	c	a	Ocasionaría pérdidas de empleo, problemas sociales, etc.	p	ps	n	c	a
E4	Toma como dato la información proporcionada	p	ps	pn	c	pa	Porque si el cultivo está infectado por esta	p	ps	pn	c	a	Infecciones en el cultivo por culpa de la sigatoka.	p	ps	pn	c	a	Lo afectaría mucho en lo económico.	Pp	ps	n	pc	pa

	en la actividad						<i>enfermedad no puede ser vendido a otros países y a Colombia empezaría a irle mal económicamente.</i>																	
E5	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--
E6	No deja ver el uso de datos u otra información	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>Pueden ocurrir muchas enfermedades y pueden llegar a las cosechas donde siembran el banano</i>	np	is	in	ic	ia

PREGUNTA 2: ¿Qué sucedería cuando el hongo adquiriera resistencia a estos fungicidas? ¿Cómo puede influir esto en el aspecto socioeconómico del país?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--	<i>N/P</i>	--	--	--	--	--
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y discusiones en las clases de ciencias sociales	p	is	n	c	a	<i>Ya que el hongo sería tan fuerte que el fungicida no tendría efecto y dañaría y mataría todos los productos bananeros.</i>	pp	is	pn	pc	ia	<i>Esto haría que la gente sufra de desnutrición, morir por enfermedades, crecería el desempleo, habría escases de dinero y Colombia ya no sería el principal productor bananero</i>	pp	is	n	c	pa	<i>Que el hogo cree resistencia haría que hayan muchas consecuencias en el país</i>	pp	is	pn	pc	ia
E3	Toma como dato la información proporcionada	p	is	pn	pc	pa	<i>Porque se haría resistente a esos fungicidas.</i>	p	ps	pn	c	a	<i>Infecciones en el cultivo por culpa de la sigatoka.</i>	pp	is	pn	pc	pa	<i>Acabaría con todas las plantas ocasionando</i>	pp	is	n	c	a

							tengan mejor sabor y se permitiría la prevención de enfermedades																	
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	is	pn	pc	pa	Porque causaría menos problemas.	pp	is	in	pc	pa	N/P	--	--	--	--	--	Es conveniente hacer estos procedimientos .	p	ps	n	c	pa
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	is	pn	pc	pa	Porque la manipulación de estas puedan traer problemas o enfermedades nuevas para las plantas.	p	ps	pn	c	a	Manipulación genética.	pp	is	pn	pc	pa	Me parece muy bien, pero todo tiene algo bueno y algo malo.	p	s	n	c	a
E5	Toma como dato la información proporcionada en la actividad y otras fuentes de información	p	ps	n	c	a	Deberían crear un campo donde la tierra ga el daño de fungicida, y al introducir la semilla a este campo no crezca la sigatoka y así gasten menos en el fungicida para los terrenos de plátano que se les presente este tipo de problemas	p	ps	pn	c	pa	La acción del agocente de la sigatoka negra es capaz de dañar el follaje de la planta destruyendo la capacidad de respiración y fotosíntesis reduciendo con ello el rendimiento y la calidad de la fruta, produciendo hasta la pérdida total de la fruta.	p	ps	n	c	a	¿? No es claro con respecto a la cuestión	ip	is	in	ic	ia
E6	No deja ver el uso de datos u otra información	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Me gustaría que la biotecnología pudiera curar todas las enfermedades de las plantas	np	is	in	ic	la

PREGUNTA 4: ¿Qué tanto pueden impactar los cultivos genéticamente modificados en la salud de los consumidores?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad además de otras fuentes de información relacionadas con modificaciones ya realizadas	p	ps	n	c	a	Porque existiría la posibilidad de incorporar características nutricionales a los alimentos. Habrían vacunas comestibles	p	ps	n	c	a	Por ejemplo tomates con la vacuna de la hepatitis B	p	ps	n	c	a	Puede ser que el impacto sea muy positivo con la creación de nuevos alimentos que reduzcan las enfermedades	pp	ps	n	c	pa
E3	No deja ver el uso de datos u otra información	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Producir enfermedades.	pp	ps	in	pc	a
E4	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	is	pn	pc	pa	Porque de todas formas cambia su forma natural de reproducción, al ser manipuladas o ponerles cosas nuevas que afectan a los humanos como en infecciones o enfermedades producidas por dicha manipulación.	p	s	pn	c	a	Manipulación genética	pp	is	pn	pc	pa	Creo que impacta mucho	p	s	n	c	a
E5	Toma como dato la información proporcionada	p	is	pn	pc	pa	El hongo sería incontrolable, y	ip	ps	in	ic	pa	N/P	--	--	--	--	--	No hay control del hongo	p	ps	n	c	a

	en la actividad						esto abre las puertas a que no hay más comercialización del plátano. Impacta grandes poblaciones del mundo ya que mucha gente busca comestibles naturales que tengan que influir con la salud																	
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	is	pn	pc	pa	Ya que el hongo puede ser muy enfermedario para la vida. Hay algunos hongos que dañan mucho los productos bananeros	np	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Puede influir mucho	np	is	in	ic	ia

SITUACIÓN PROBLÉMICA 6:

PREGUNTA 1: Cuando se habla de la eritropoyetina ¿A qué se refiere la afirmación “la diferencia es que ahora ya no sería inducida sino parte genética de su ser”?																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	pc	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Los investigadores lograron clonar la proteína con un virus e inyectarla en la	pp	ps	pn	pc	pa

																		bacteria						
E2	Toma como dato la información proporcionada en la actividad, además de algunas conversaciones en clase	p	is	n	c	a	Porque al cambiar el gen cambiaría el genotipo de la persona y se lo puede transmitir a sus descendientes 27	p	ps	n	c	a	Ósea que la persona ya no se tendría que aplicar la proteína sino que haría parte de su genoma	p	ps	n	pc	a	Se refiere a que cuando el deportista tenga hijos los hijos van a tener esa proteína ²⁸	pp	ps	pn	pc	pa
E3	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	pc	a	Porque esta proteína se inyecta en las bacterias.	np	is	in	ic	ia	N/P	--	--	--	--	--	Se refiere a que se hace una manipulación genética a una proteína para enviar la eritropoyetina.	pp	is	pn	pc	pa
E4	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E5	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E6	Toma como dato la información proporcionada en la actividad	p	ps	n	pc	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	O sea que le van a poner una parte del animal o de la eritropoyetina	np	is	in	ic	ia
<p>PREGUNTA 2: Explica el significado de esta afirmación, ya que aparentemente hay una contradicción porque si se cambia un gen, este ya no sería igual a su versión anterior ¿entonces, a qué se refería el doctor reyes?</p>																								
EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	No es evidente el origen de la información tomada como dato	pp	is	pn	pc	ia	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Cada gen varía dependiendo en cómo se exprese el gen	pp	ps	pn	pc	pa

²⁷ Presenta una refutación a la justificación propuesta: "Aunque hay fenotipos y genotipos que no son hereditarios"

²⁸ La estudiante incluye varios aspectos teóricos relacionados con la forma como se inserta la proteína en el cuerpo, además del desarrollo histórico de los diversos intentos para lograr producir proteínas "en cantidades industriales"

PREGUNTA 3: ¿Qué podría pasar si cuando se hace una alteración genética, el virus que porta el ADN modificado no se inserta en la región adecuada del genoma?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Discusiones de clase	p	ps	pn	pc	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	El cuerpo rechazaría este gen y el cuerpo enfermaría	pp	is	pn	pc	pa
E2	Discusiones de clase	p	ps	pn	pc	a	Porque el cuerpo al ser inyectado rechazaría el gen y en vez de arreglar quedaría no normal	pp	is	pn	pc	ia	N/P	--	--	--	--	--	Se ocasionarían enfermedades o trastornos	pp	ps	pn	pc	pa
E3	Discusiones de clase	p	ps	pn	pc	a	Porque el organismo o el cuerpo rechazarían el gen.	pp	is	in	pc	pa	Produciendo Alteraciones genéticas.	pp	ps	pn	pc	pa	Causaría enfermedades y trastornos al ser humano.	pp	ps	pn	pc	pa
E4	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E5	Discusiones de clase	p	ps	pn	pc	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Se puede correr el riesgo de inducir al individuo a un tumor por mutagenesis ubicado inadecuadamente causaría tal alteración genética	pp	is	pn	pc	pa
E6	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Puede generar muchas	np	is	in	ic	ia

PREGUNTA 4: ¿Qué puede ocurrir cuando se hace una alteración de síntesis proteica en una célula, en la cual se ha inducido una mayor expresión de un gen determinado?

EST.	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A	NOTAS	P	S	N	C	A
E1	Otras fuentes de información relacionadas con el proceso de manipulación genética	p	ps	n	c	a	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Existe la posibilidad de que dicho gen se desarrolle rápidamente así presentando un proceso de maduración continua mientras las otras bases proteínicas se desarrollarían lentamente y el riesgo de perderlas es constante.	p	s	n	c	a
E2	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E3	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E4	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E5	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--
E6	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	N/P	--	--	--	--	--	Puede quedar viva	np	is	in	ic	ia

ANEXO 10
REGISTRO FOTOGRÁFICO

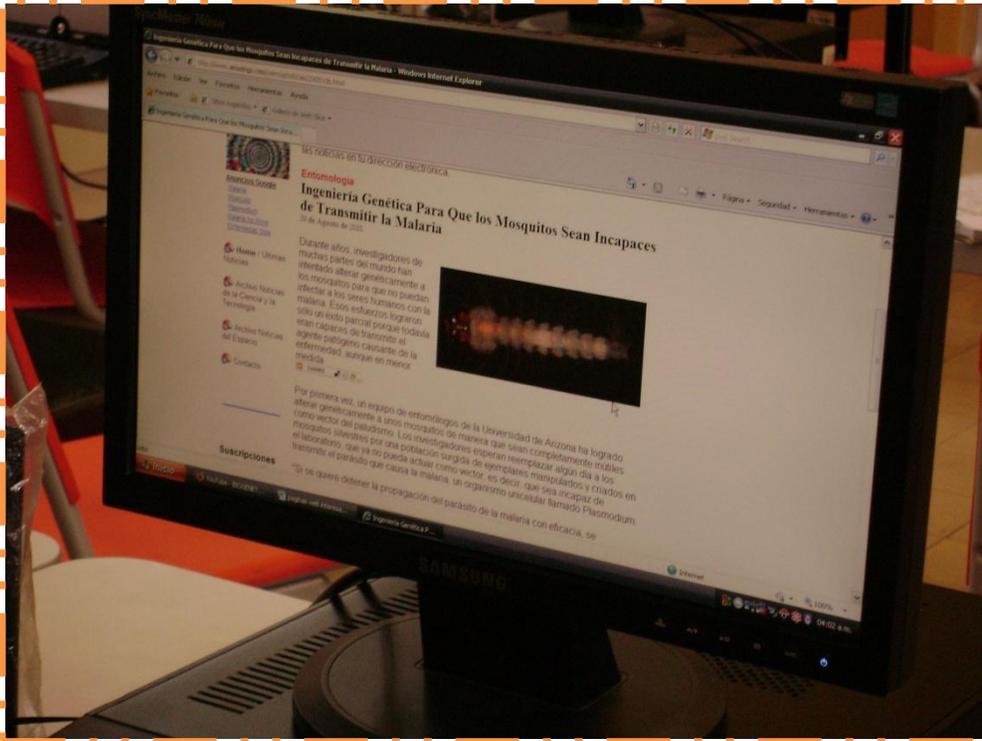


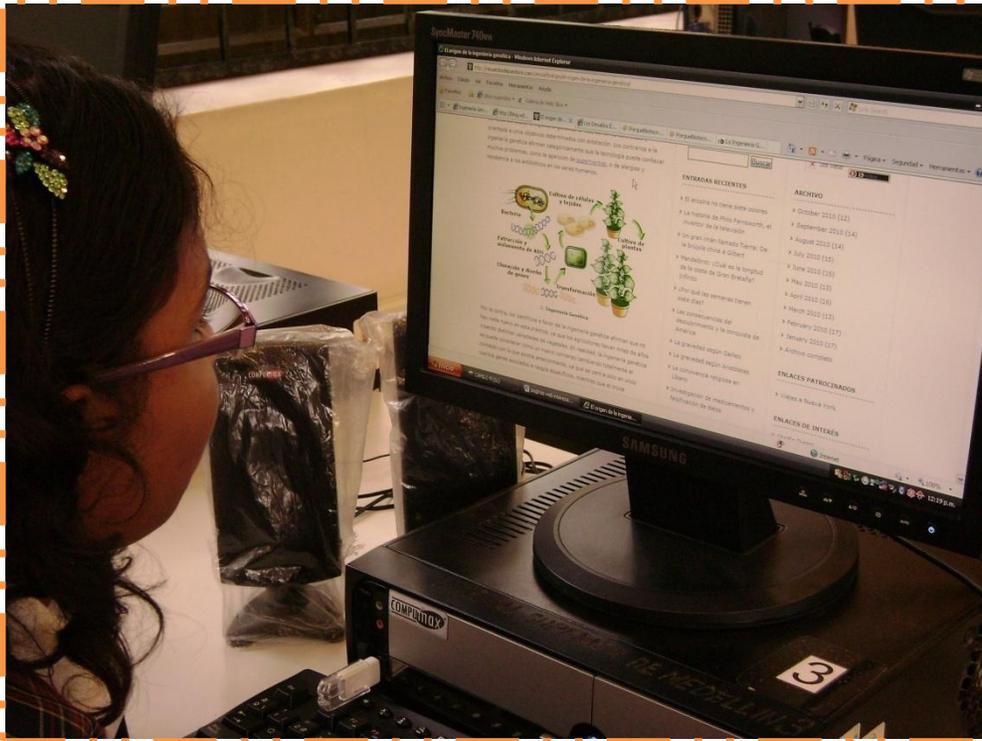
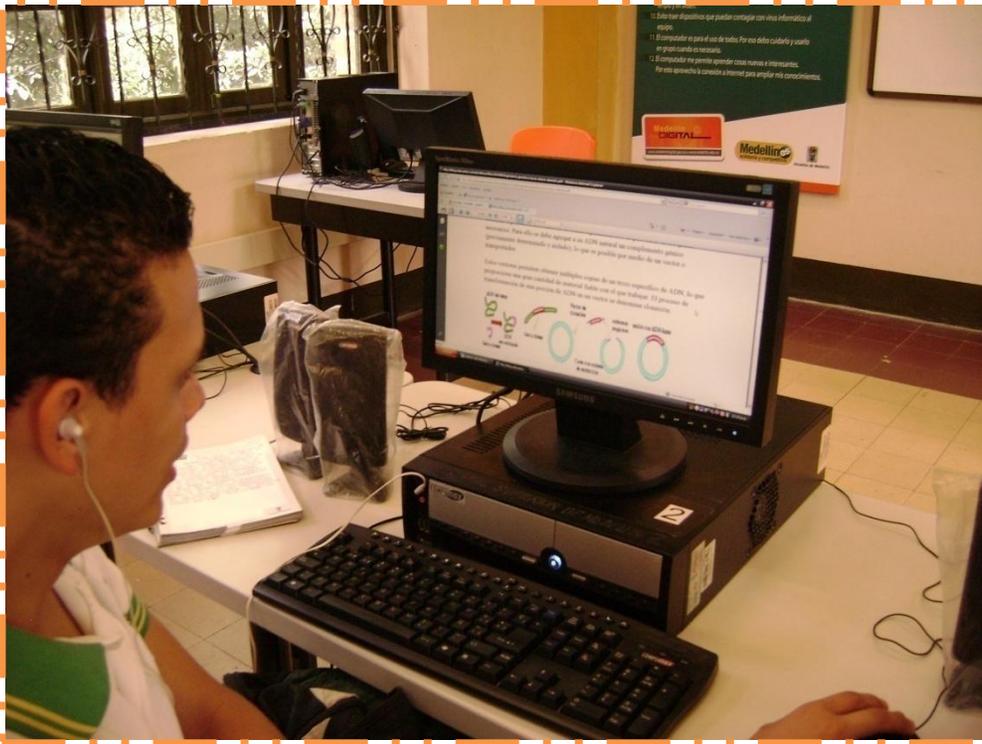




















Grupo de Genética: I. E. Escuela Normal Superior de Medellín. 2010.