



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

## Facultad de Educación

**PROYECTO GEN-ÉTICA, UNA POSIBILIDAD PARA COMPRENDER**

**¿QUIÉNES SOMOS? Y ¿DE DÓNDE VENIMOS?**

**Claudia Andrea García Moreno**

**William Fernando Ceballos Salazar**

**LÍNEA**

**Aprendizaje Basado en proyectos**

**Asesores:**

**Christian Fernney Giraldo Macías**

**Diana Paola Martínez Salcedo**

**Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes**

**Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y**

**Educación ambiental**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Educación**

**Medellín.**



**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Objetivo general.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2</b>	<b>Marco teórico.....</b>	<b>19</b>
<b>7.2.1</b>	<b>La enseñanza de la genética.....</b>	<b>20</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Bioética para la enseñanza de la genética.....</b>	<b>21</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Aprendizaje Basado en Proyectos.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2.4</b>	<b>Aprendizaje Significativo.....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
<b>8.1</b>	<b>Metodología de investigación.....</b>	<b>31</b>
<b>8.2</b>	<b>Consideraciones éticas.....</b>	<b>34</b>
<b>8.3</b>	<b>Selección de los participantes.....</b>	<b>35</b>
<b>8.4</b>	<b>Instrumentos de recolección de información.....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.1</b>	<b>Entrevista Semiestructurada.....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.2</b>	<b>Observación Participante.....</b>	<b>39</b>
<b>8.4.3</b>	<b>Diario de campo del investigador.....</b>	<b>39</b>
<b>8.4.4</b>	<b>Instrumento de indagación.....</b>	<b>40</b>
<b>8.5</b>	<b>Propuesta de enseñanza.....</b>	<b>40</b>
<b>8.6</b>	<b>Áreas participantes.....</b>	<b>43</b>
<b>8.7</b>	<b>Fases del proyecto GEN-ÉTICA.....</b>	<b>43</b>



8.8	Planeación de actividades del proyecto .....	45
9	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	53
9.1	INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS .....	54
9.1.1	Definiciones del concepto genética.....	55
9.1.2	Conceptos asociados a la genética.....	59
9.1.3	Asuntos relacionados con la bioética .....	64
9.1.4	Lanzamiento .....	66
9.2	DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO.....	68
9.2.1	¿Qué es la bioética y para qué sirve? .....	68
9.2.2	Charla con el experto .....	72
9.2.3	Laboratorios .....	72
9.2.4	Bebés a pedido .....	74
9.3	INSTRUMENTO DE IDEAS FINALES.....	78
9.3.1	Definiciones del concepto de genética.....	78
9.3.2	Conceptos asociados a la genética.....	83
9.3.3	Asuntos relacionados con la bioética .....	89
9.3.4	CIERRE DEL PROYECTO .....	90
10	CONSIDERACIONES FINALES .....	93
11	RECOMENDACIONES.....	96
12	BIBLIOGRAFÍA .....	98
13	ANEXOS .....	102



**LISTA DE GRÁFICAS**

<b>Gráfica 1</b> Principales resultados de revistas nacionales	13
<b>Gráfica 2</b> Resultados de revistas internacionales	14

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Estándares de Oro para el ABPy Larmer y Mergendoller, (2015)	
<b>Figura 2</b> . Diagrama estudio de caso, elaborado usando el modelo Hopscotch.	
<b>Figura 3</b> Áreas participantes (Construcción propia)	
<b>Figura 4</b> Fases del proyecto (Elaboración propia)	
<b>Figura 5</b> Relación de actividades (Elaboración propia)	
<b>Figura 6</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E1	
<b>Figura 7</b> . Mapas conceptuales realizados por los estudiantes E2 y E3	
<b>Figura 8</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E4	
<b>Figura 9</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E1.	
<b>Figura 10</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E2.	
<b>Figura 11</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E3.	
<b>Figura 12</b> . Mapa conceptual realizado por el estudiante E4.	
<b>Figura 13</b> . Los principios de la bioética y su definición, grupo de trabajo G1	
<b>Figura 14</b> . Los principios de la bioética y su definición, grupo de trabajo G3.	
<b>Figura 15</b> . Estudiantes en el laboratorio de cromosomas politénicos.	



**Figura 16.** Estudiantes en el laboratorio de extracción de ADN vegetal.

**Figura 17.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E1

**Figura 18.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante (E2).

**Figura 19.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E3

**Figura 20.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E4

**Figura 21.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E1.

**Figura 22.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E2.

**Figura 23.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E3

**Figura 24.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E4.

**Figura 25.** Continuación del mapa conceptual del estudiante E4.

**Figura 26.** . Imagen del sitio web del grupo G1.

**Figura 27.** Imagen del sitio web del grupo G2.

**Figura 28.** Imagen del sitio web del grupo G3.

#### **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Características de los casos.	35
<b>Tabla 2:</b> Plantilla tomado y adaptado del proyecto “Generación N” Parque Explora y RutaN.	38
<b>Tabla 3:</b> Conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.	40
<b>Tabla 4:</b> Planeación por semana de las clases.	43
<b>Tabla 5:</b> Posturas iniciales de los estudiantes.	61

<b>Tabla 6:</b> Representación de la molécula de ADN.	63
<b>Tabla 7:</b> Encuesta realizada por el grupo G1 sobre manipulación genética.	69
<b>Tabla 8:</b> Encuesta realizada por el grupo G3 sobre manipulación genética.	71

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexos 1:</b> Consentimiento informado	94
<b>Anexos 2:</b> Entrevista semiestructurada	96
<b>Anexos 3:</b> Instrumento de ideas previas.	96
<b>Anexos 4:</b> Taller: El ADN y su expresión.	98
<b>Anexos 5:</b> Laboratorio sobre Cromosomas politénicos.	99
<b>Anexos 6:</b> Rúbrica para la evaluación del sitio web.	101
<b>Anexos 7:</b> Laboratorio Extracción de ADN.	102
<b>Anexos 8:</b> Bebes a pedido.	105
<b>Anexos 9:</b> Instrumento de ideas finales.	107

## **1 RESUMEN**

En este trabajo, se presentan asuntos teóricos, metodológicos y los resultados obtenidos al aplicar un proyecto denominado “gen-ética, una posibilidad para comprender ¿quiénes somos? y ¿de dónde venimos?” en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco en el corregimiento de San Cristóbal de la ciudad de

Medellín , el cual tuvo como objetivo analizar el aprendizaje que tienen los estudiantes sobre la genética al ejecutar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos.

Para alcanzar el objetivo propuesto, se tomaron como base los lineamientos propuestos por el Buck Institute For Education (BIE) para el diseño e implementación de proyectos. Además, como referente teórico, se hace uso de los principios de la teoría del aprendizaje significativo (TAS) propuesto por Ausubel (1963) y muy particularmente, se utiliza el mapa conceptual como estrategia de recolección de información.

Metodológicamente, este trabajo es de tipo cualitativo y utiliza el método estudio de caso interpretativo. En este sentido, estuvo fundamentada en técnicas e instrumentos de recolección de información característicos de este enfoque investigativo, como la observación y la entrevista. Además, incorpora asuntos de la bioética aplicada a casos específicos en organismos genéticamente modificados, propone como producto final la elaboración de un sitio web y utiliza la práctica experimental, como estrategias para la introducción de conceptos y la búsqueda de evidencias de aprendizaje sobre el objeto de estudio.

Algunos de los resultados obtenidos apuntan al reconocimiento que hacen los estudiantes de la genética como un área de estudio de la biología, se logran encontrar evidencias sobre conceptos asociados a la genética en grado noveno manifestadas en el incremento de la red



de conceptos elaborada de manera coherente y cercana al campo científico por cada uno de los casos analizados.

## **2 INTRODUCCIÓN**

Esta investigación presenta la contribución de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) para el aprendizaje de los estudiantes de la genética incorporando asuntos bioéticos en el marco de un proyecto de aula; la cual se realizó con estudiantes del grado noveno de la institución educativa Alfonso Upegui Orozco. La organización general del trabajo se presenta en tres momentos:

En el primer momento, se describe el planteamiento del problema donde se formula la pregunta de investigación; la justificación donde se exponen los motivos por los cuales se realiza esta, los antecedentes que exponen los trabajos recientes donde se aborda el concepto y la estrategia a implementar y por último los objetivos que son los propósitos establecidos para determinar hasta donde se pretende llegar con el trabajo.

En el segundo momento se encuentra el marco teórico, abordando referentes como: Orozco, Rosenberg, Maldonado, Ausubel, Moreira, entre otros, para el cual se presentan los criterios de búsqueda de la información y los principales resultados de la búsqueda realizada, posteriormente se presenta la metodología, la cual se enmarca en la investigación cualitativa, además se presentan los instrumentos de recolección de la información, criterios de selección de los participantes y la propuesta de intervención enmarcada en un proyecto.





Finalmente, se presentan los resultados y el análisis donde se identifica el aporte de la bioética para el aprendizaje de los estudiantes sobre la genética, específicamente para grado noveno, la forma como cada uno de los casos aborda las actividades del proyecto y sus respuestas, expresiones y demás evidencias de aprendizaje. Posteriormente, se presentan las consideraciones finales, las referencias y los anexos.

### **3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La educación en Ciencias se ha enseñado en algunos casos como un producto acabado, haciendo alusión al aprendizaje memorístico, secuencial e individual. Este es uno de los motivos por el cual los estudiantes parecieran no estar interesados por el conocimiento científico, ya que no encuentran relación con su contexto cercano. Rodríguez (2013) argumenta que quienes lo enseñan, siempre lo han hecho de forma procedimental, centrándose en la calificación y en un aprendizaje repetitivo donde el maestro es una autoridad, en términos del control de la disciplina y la participación del estudiante, creando así un ambiente tenso en torno al aprendizaje (p, 39).

En este sentido, se identifica otra problemática que ha sido producto de una única mirada enmarcada en el enfoque tradicional y es la relación unidireccional, en donde el maestro es un transmisor de contenidos y el estudiante un receptor de los mismos, esto hace que exista un distanciamiento entre los saberes adquiridos por el estudiante y el que brinda el maestro. Además, la educación tradicional está dirigida a ser directa y rígida, centrándose en el



maestro, Hernández (1998) citado en Rodríguez (2013). Por consiguiente, en la presente investigación se busca propiciar estrategias pedagógicas que dejen a un lado los métodos que evocan la memoria, la repetición y lo estrictamente secuencial y que suelen considerar al maestro como el único portador del conocimiento. (p. 41)

En este orden de ideas, uno de los problemas emergentes hace referencia a la necesidad de implementar estrategias de enseñanza que rompan con la relación unidireccional que ha permanecido inmersa en las aulas de clase; esta ruptura a su vez podría permitir a los docentes y estudiantes tener un diálogo más cercano, para así poder abordar los conceptos científicos a través de la resolución de los problemas que se identifiquen en contextos institucionales.

Tomando como base lo anterior, se han identificado en el contexto de aplicación de esta investigación en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, algunas problemáticas que derivan en la necesidad de crear un proyecto que no solo atienda a un concepto científico, sino que además, retome algunas consideraciones éticas necesarias para formar estudiantes críticos y capaces de tomar decisiones responsables e inteligentes, dichas problemáticas son:

- Al revisar el plan de área de ciencias naturales y las mallas curriculares, no se aprecia una relación coherente entre el plan de estudios propuesto por el área de ciencias naturales, entre estos con los Estándares Básicos de Competencias EBC



(MEN, 1998) y los recién publicados Derechos Básicos de Aprendizaje (MEN, 2016), en las cuales prevalecen los contenidos conceptuales poco relacionados con el contexto de actuación de los maestros y estudiantes con respecto a la enseñanza de la genética.

- Debido a la condición de ruralidad de la institución, se han identificado estudiantes en condición de desplazamiento, víctimas del conflicto armado, campesinos, afrodescendientes, entre otros, lo que se constituye más que en un problema, en una oportunidad para que los estudiantes aprendan genética a partir del estudio de preguntas como ¿quiénes somos? y ¿de dónde venimos?

Tomando como base el planteamiento anterior, esta investigación se interesa por la genética y recurre a los principios y algunas cuestiones de la bioética para el diseño de un proyecto en grado noveno, a partir del campo de la educación.

Además, a nivel conceptual en la enseñanza de la genética, se ha evidenciado en la investigación de Armenta (2008) las dificultades en la comprensión e interpretación del uso de la terminología específica, algunos conceptos como gen, alelos, cromátida, cromosoma y cromatina, entre otros.

Simultáneamente, la enseñanza de la genética y específicamente para conceptos como el ADN por poner un ejemplo, radica en que más allá de su estructura y sus componentes, se hacen evidentes dificultades relacionadas con los procesos de replicación, transcripción y



traducción ya que estos son complejos y abstractos, además, la persistencia de las concepciones erróneas que tienen los estudiantes puede ser un obstáculo para aprender, como por ejemplo que los caracteres en los individuos dependen de factores ambientales o la poca relación entre la mitosis y el crecimiento (Ayuso & Banet, 2002) y la escasa relación con otras áreas como por ejemplo la química (Diez de Tancredi, 2006). De acuerdo con Cortés & Hernández (2016), los conceptos tales como átomo, gen, mol y energía, entre otros, se dificulta llevarlos al aula de una manera accesible y comprensible para los estudiantes, lo que podría deberse al necesario tratamiento que se debe realizar desde una mirada microscópica.

En consecuencia con las ideas anteriormente mencionadas, esta investigación se interesa, en utilizar la propuesta del Buck Institute for Education (BIE) con base en lo que ellos denominan estándares de oro (Gold Standard PBL), y así buscar evidencias de aprendizaje en los estudiantes, a partir de las relaciones que puedan establecer entre la genética y la bioética, lo anterior conduce a la formulación la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuáles son los aprendizajes que tienen los estudiantes sobre la genética al aplicar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos?**



## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Analizar el aprendizaje que tienen los estudiantes sobre la genética al aplicar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Identificar las evidencias de aprendizaje en los estudiantes del grado noveno sobre genética, a partir de la participación en una propuesta de enseñanza fundamentada en ABPy y en asuntos bioéticos.
- Valorar la contribución de la bioética para la aplicación de la estrategia de enseñanza.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo surge de la necesidad de implementar estrategias para la enseñanza de la genética de una manera cercana a los intereses de los estudiantes y utilizando la bioética como alternativa de enseñanza. Además, pensar en que estas estrategias podría contribuir en el aprendizaje de conceptos científicos hace parte del reto de esta investigación, la cual forma como referente el aprendizaje basado en proyectos (ABPy). Al respecto, partiendo de diferentes fuentes (textos, videos, unidades didácticas, entre otras) se pueden articular una variedad de actividades en un proyecto que pueda ser implementado y permita luego observar los diferentes cambios que se generan en términos de aprendizaje o logros esperados, ya que relacionar la genética con la bioética, permite mostrar a los estudiantes

cuestiones sociales en relación con aspectos científicos. Para este trabajo y atendiendo a la estructura curricular del grado noveno, se propone abordar conceptos de genética propuestos en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA, 2016), específicamente, el DBA número 5 del grado noveno, el cual menciona que el alumno deberá explicar la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y la evolución de las especies. Además, esta investigación se realiza con el fin de que los estudiantes de este grado adquieran competencias del siglo XXI, por lo tanto se pretende propiciar el manejo de la información, la creatividad e innovación y principalmente el trabajo en equipo, en particular, para establecer relaciones entre conceptos que les permitan comprender la genética mediante el uso de mapas conceptuales, también, observarla desde una perspectiva social tomando como referente la bioética.

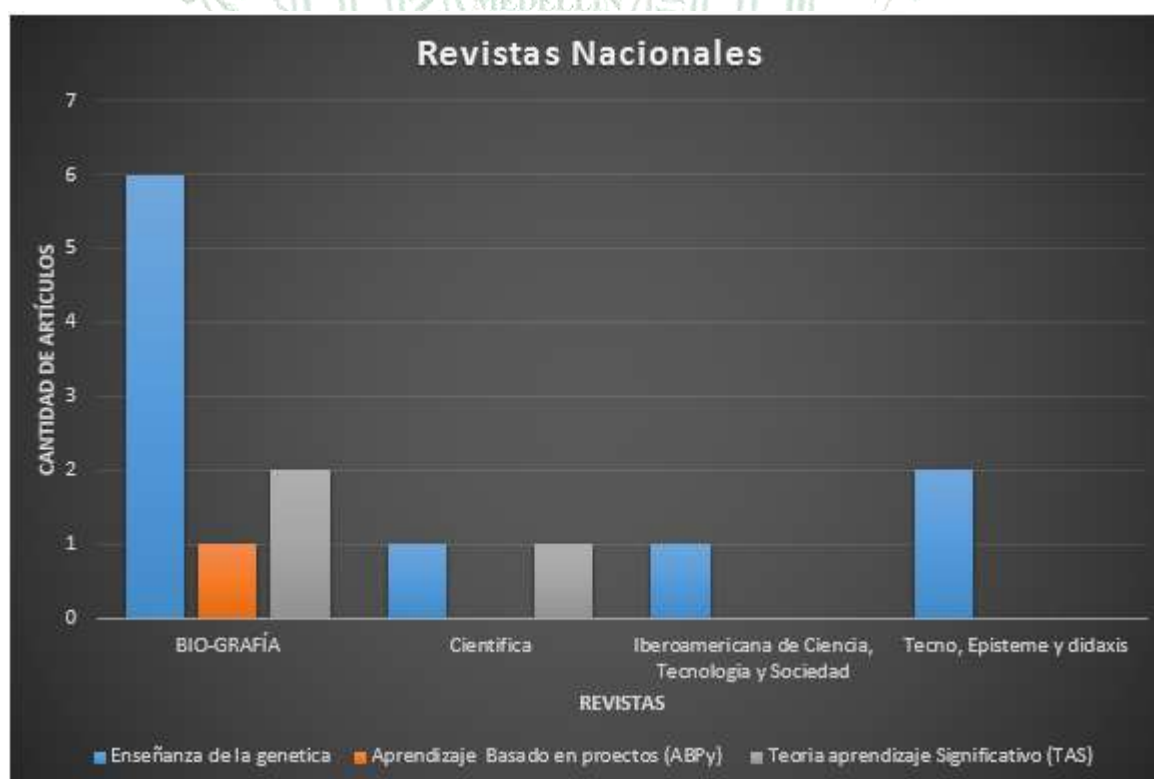
## **6 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Esta investigación abordó diferentes fuentes de información (libros, revistas científicas y tesis), con el propósito de reunir información relevante y necesaria para sustentar este trabajo. Igualmente se recolectó la información con la cual se construyó el marco teórico y que permitió sustentar el análisis de la información. En este orden de ideas, se tomaron como palabras clave las siguientes:

- Enseñanza de la genética
- Teoría Aprendizaje Significativo

- Aprendizaje basado en proyectos (ABPy)

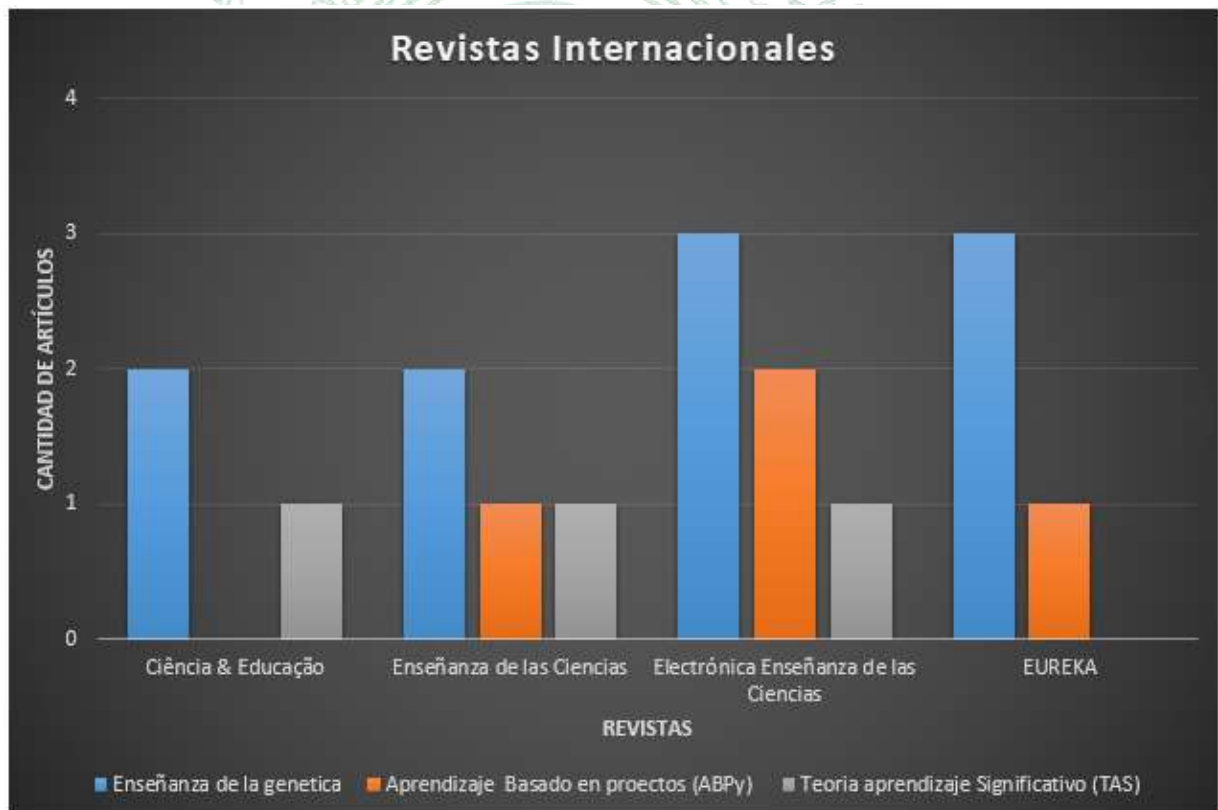
Se contemplaron algunas variables para restringir la búsqueda de la información, las cuales fueron: el tiempo, el cual se delimitó entre los años 2012 y 2018, se tuvieron en cuenta revistas nacionales e internacionales (Revista electrónica Enseñanza de la Ciencia, Ciencia & Educación, Eureka, Revista Enseñanza de la Ciencia, BIOGRAFIA, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Educación y Educadores, Revista Científica, Revista Latinoamericana de Estudios Educativos). En las gráficas 1 y 2 se pueden observar los principales resultados.



*Gráfica 1* Principales resultados de revistas nacionales

En el gráfico 1, se pueden observar los principales resultados de las revistas nacionales; se obtuvo una mayor cantidad de artículos, en la revista BIOGRAFÍA con nueve (9)

publicaciones relacionadas con la enseñanza de la genética y su relación con la teoría de aprendizaje significativo (TAS), seguida por la revista Científica con dos (2) investigaciones sobre la enseñanza de la genética, al igual que Tecne, Episteme y Didaxis con aportes en aprendizaje significativo. En cuanto a la revista Universidad EAFIT y la revista Educación y Educadores no se encontraron resultados.



*Gráfica 2* Resultados de revistas internacionales

En la gráfica 2, se observan los resultados obtenidos en las revistas internacionales, por consiguiente, la que más datos arrojó fue la Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias con seis (6) artículos sobre la enseñanza de la genética y la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), seguida por la revista ciência & educação y la revista





Química y educación con (2) artículos relacionados con la enseñanza de la genética articulados con el aprendizaje significativo.

## **7 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO**

### **7.1 ANTECEDENTES**

Después de realizar una revisión en diferentes fuentes bibliográficas (bases de datos y revistas), se encontraron trabajos, artículos, etc. que abordan el concepto de genética desde distintos puntos en el contexto educativo. En este sentido, algunos han optado por la implementación de unidades didácticas las cuales tienen como objetivo proponer una secuenciación de los contenidos, para esta revisión, los investigadores tienen en cuenta las ideas alternativas que poseen los estudiantes para su diseño posterior poder llegar a un conocimiento más complejo, y cómo a partir de estas se puede mejorar la comprensión de los conceptos involucrados en dichas unidades. Este es el caso de la investigación titulada “*Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria*” tuvo como objetivo, llevar a cabo la planificación y el desarrollo de un programa sobre la enseñanza de la genética en educación secundaria; los resultados demostraron cómo los profesores deben seleccionar los contenidos de manera más crítica y fundamentada, con criterios que apunten a la calidad y cantidad de los aprendizajes. Por consiguiente, este trabajo aporta a nuestra investigación, información relacionada con las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los conceptos de la genética; además, nos permite evidenciar la escasa relación que establecen entre los conceptos cigoto, cromosoma, gen y ADN (Ayuso & Banet, 2002).



Por otro lado, la investigación titulada “*Elaboración, implementación y evaluación de material didáctico para la enseñanza de las temáticas de genética y evolución en grados noveno en dos colegios rurales de la ciudad de Bogotá*” tuvo como objetivo diseñar materiales potencialmente significativos para la enseñanza de los conceptos de genética y evolución, en el marco del aprendizaje significativo crítico, el cual se cumplió llevando a cabo tres etapas, la primera consistió en seleccionar las temáticas a abordar, la segunda en el diseño y evaluación permanente y por último la implementación y evaluación final. Los resultados que se obtuvieron arrojaron que los diferentes estudiantes presentan dificultades con la identificación de la información genética que está presente en las células somáticas y sexuales, además de la dificultad puntual del manejo adecuado de los conceptos gen y cromosoma (Medina & Benitez, 2015). Teniendo en cuenta que el estudio se da en instituciones rurales nos aporta visiones similares de pensamiento acerca del tipo de población a tratar, ya que el contexto de investigación atiende a esta característica.

Además, en el campo de la enseñanza de la genética, la investigación “*Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la educación secundaria*” desarrollada por (Iñiguez & Puigcerver, 2013), muestra el rastreo al modelo tradicional de enseñanza de la genética y el modelo constructivista, donde los investigadores encontraron modelos de enseñanza para después compilarlos y sustentar su trabajo. Este estudio, tuvo como objetivo determinar si las ideas de los estudiantes de educación secundaria sobre la herencia biológica coincidían con las concepciones encontradas en estudios previos. A manera de conclusión los autores manifiestan que muchos de los trabajos publicados en el campo de



didáctica de la genética presentan ideas y proponen estrategias para su transformación. Sin embargo, no existen publicaciones que muestran cómo las ideas del alumnado se han modificado gracias a dichas propuestas de acción docente en el aula. (Íñiguez & Puigcerver 2013)

En este mismo orden de ideas, se encontró la tesis de maestría titulada “*La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo.*”, la cual establecía como objetivo diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la genética y sus diferentes conceptos en grado noveno a la luz del constructivismo. Este estudio, consideró como metodología la investigación acción participación y los principales resultados arrojaron que a medida que se iba implementando la unidad didáctica, los estudiantes del grupo experimental lograron mejores avances en comparación con los del grupo control, logrando así cambios significativos (Benitez,M, 2013), se hace importante porque presenta la organización de los contenidos y la secuencia de actividades para el aprendizaje de la genética y es un referente para la selección de los contenidos de este trabajo, además, un punto de vista diferente por la metodología de investigación utilizada.

## 7.2 Marco teórico

El presente marco teórico pretende fundamentar esta investigación desde los referentes conceptuales que abordan aspectos sobre la enseñanza y aprendizaje de la



genética, además de articular la estrategia pedagógica aprendizaje basado en proyectos y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

### **7.2.1 La enseñanza de la genética**

La enseñanza de la genética comprende procesos biológicos y principalmente el estudio del ADN, ya que éste contiene la información genética de los organismos. En la práctica, la enseñanza de contenidos relacionados con las células y los procesos que ocurren en ellas son complejos y abstractos, tanto para su enseñanza como para su aprendizaje. Esta es una de las razones por las cuales, los recursos didácticos que incluyen imágenes como dibujos, esquemas, gráficas y fotografías, ocupan un papel importante debido a la naturaleza de su contenido, ya que permiten mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no pueden observarse directamente (Rosenberg, 2014). El mismo autor menciona que:

*”Desde mi experiencia he detectado importantes dificultades para la comprensión de los procesos moleculares que se llevan a cabo al interior de la célula, como un caso particular la replicación del ADN, se evidencia la persistencia de errores conceptuales tales como la interpretación errónea del modo de síntesis de cada nueva cadena de ADN, esto podría estar relacionado con la forma inadecuada en que se interpretan los esquemas de la burbuja de replicación, que son usualmente utilizados por los docentes durante el desarrollo de los temas de las clases de biología”*

Además, los estudiantes desde temprana edad escuchan información relacionada con esta área de conocimiento, en diferentes medios de comunicación tales como en los programas de televisión, la radio, videojuegos, el cine, las redes sociales entre otros. De



acuerdo con Gallego et al (N/A) no es extraño encontrar diariamente noticias relacionadas con temas como la clonación de organismos, productos transgénicos, enfermedades hereditarias, terapia génica, pruebas forenses de secuenciación de ADN, o escuchar términos como mutación, evolución o clonación en programas infantiles y juveniles. Sin embargo, pocas veces se comprenden los conceptos vinculados con estos temas, por este hecho, es importante acercar a los estudiantes a un lenguaje básico, donde se pueda comprender la información de los medios de comunicación, para así, lograr interpretar las teorías que fundamentan todos estos conocimientos.

La enseñanza de la genética desde el trabajo por proyectos podría mostrar a los estudiantes la relación del concepto con temáticas e investigaciones que se desarrollan a nivel mundial como la terapia génica, la clonación, el genoma humano; además, al relacionarlo con asuntos bioéticos, podría darle más sentido a lo que estudian y encontrarle relación con el mundo real, una de las características esenciales propuestas por el Buck Institute for Education para el desarrollo de un proyecto.

### **7.2.2 Bioética para la enseñanza de la genética**

El uso de la bioética puede ser viable para acercar a los estudiantes a la comprensión de asuntos biológicos, ya que según Orozco (2016) desde la interdisciplinariedad en la construcción del pensamiento crítico permite reivindicar los valores humanos, generando así acciones que direccionen metas sostenibles y sustentables en las diversas comunidades. Además, desde su definición, la bioética es una rama de la filosofía que busca establecer normas y valores para el bienestar y salud de los humanos y su ambiente. (Carrasco et, al



2011). En este sentido, es el estudio de las conductas humanas, que permiten realizar una reflexión sobre la vida, la cual se hace fundamental para el proceso de crecimiento en todo ser humano y debe ser fomentada desde los primeros años de vida y en todos los sectores educativos. Esta definición aplicada al campo biológico, específicamente a la enseñanza de la genética podría propiciar reflexiones a los estudiantes en torno a la forma como los humanos usamos la tecnología y los avances científicos para abordar temas como la clonación y la terapia genética que deriven en la formulación de preguntas y la generación de aprendizajes significativos.

La Enseñanza de la bioética en la educación básica y media permite la construcción de habilidades científicas como el pensamiento crítico y la argumentación, frente a situaciones científicas, tecnológicas, sociales, religiosas entre otras. De acuerdo con Orozco (2016) la enseñanza de la bioética en el ámbito educativo contribuye a la construcción de ciudadanía ante situaciones ético-ambientales en la convivencia dentro de la comunidad, haciendo posible la educación de un escolar activo y comprometido con la justicia, la equidad, el sentido de pertenencia ambiental y la visión de acciones generadoras de desarrollo sostenible desde la comunidad misma.

Además de lo anterior, la bioética posibilita relacionar los conceptos científicos con la postura crítica frente a temas como la clonación, manipulación genética, entre otros. La enseñanza de la bioética debe estar presente en los diferentes saberes transdisciplinarios para el abordaje integral de la situación a reflexionar, a través de valores, de su práctica con

argumentos racionales. Es un proceso en el cual el conocimiento científico transforma al conocimiento ético y viceversa (Orozco, 2016).

Para concluir, se hace importante la relación entre la genética y la bioética abordada desde el campo de la educación, ya que permite un espacio de debate y reflexión sobre las investigaciones que plantean avances genéticos y científicos, para ello es necesaria una planeación que incorpore de manera adecuada dichos asuntos y que potencie en los estudiantes las habilidades antes mencionadas y que permitan abrir debates reflexiones acordes con las edades de los estudiantes, sus intereses y nivel de escolaridad. Además, estimula en los estudiantes un pensamiento crítico, aprender a dialogar y exponer su postura frente a la toma de decisiones.

### **7.2.3 Aprendizaje Basado en Proyectos**

El aprendizaje basado en proyectos (ABPy), es una estrategia que posibilita a los maestros diversificar las formas de enseñar o acercar conceptos científicos al aula de clase, éste responde a unas características esenciales como lo son: un producto final, la participación activa de los estudiantes en la toma de decisiones, entre otras. Los estudiantes poseen cierta autonomía en cuanto a su aprendizaje, teniendo al maestro como un orientador que posibilita alternativas de enseñanza (García, et al, 2017)

Por otra parte, el ABPy permite plantear a los estudiantes un proyecto que sea percibido por ellos como ambicioso pero viable, y que deben llevar a cabo en pequeños equipos. El proceso de enseñanza se organiza entonces en función de las necesidades de aprendizaje de



los equipos, donde se distinguen los roles del maestro y los estudiantes. De acuerdo con Rodríguez et al (2010):

- En el ABPy el rol del maestro es crear un ambiente de aprendizaje modificando los espacios, dando acceso a la información y guiando el proceso. Además, animar a utilizar procesos metacognitivos, reforzar los esfuerzos grupales e individuales, diagnosticar problemas, ofrecer soluciones, dar retroalimentación y evaluar los resultados.
- El rol del estudiante: los alumnos deben involucrarse en un proceso sistemático de investigación, que implica toma de decisiones en cuanto a las metas de aprendizaje, indagación en el tema y construcción de conocimiento.

Con respecto a la evaluación en el ABPy, son pautas establecidas por el maestro con los cuales se valora el desarrollo y cumplimiento de los estudiantes, además, se evalúa el proceso de aprendizaje y el producto final. De acuerdo con Aristizabal (2012), son los criterios bajo los cuales se va a valorar el desempeño de los estudiantes. Este componente es determinado por el docente, a partir del enfoque que lo quiera realizar, pero deben ser conocidos por los estudiantes evaluando tanto el proceso de aprendizaje como el producto final, lo que se constituye en una evaluación de tipo formativa.

Así mismo, el ABPy introduce elementos adicionales de motivación para que los estudiantes realicen las actividades planificadas, incluyendo en el proceso el desarrollo de





habilidades transversales tales como el trabajo en grupo, el aprendizaje cooperativo o la comunicación eficaz (Garrigós y Valero-García, 2012).

Según el Buck Institute for Education (BIE, 2015), el Aprendizaje basado en proyectos se define como un método de enseñanza en el cual los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades, trabajando durante un período prolongado para investigar y responder a una pregunta, problema o desafío auténtico, atractivo y complejo. Según los “estándares de oro” (ver figura 1), los proyectos se centran en los objetivos de aprendizaje de los estudiantes e incluyen elementos esenciales para su diseño, a continuación, se presentan algunas ideas respecto a cada característica.



**Figura 1** Estándares de Oro para el ABP Larmer y Mergendoller, (2015)



1. **Conocimiento y Habilidades** (Objetivos de aprendizaje): se presentan al estudiante los contenidos específicos que se van a abordar, además, se pretende potenciar competencias del siglo XXI; como la creatividad y la innovación, el trabajo en grupo, manejo de la información, entre otras.
2. **Problema o pregunta orientadora:** Se presenta a los estudiantes una situación que se constituye en un reto o desafío, generalmente enmarcada en una situación problema que orienta el desarrollo del proyecto.
3. **Investigación continua:** Investigar es buscar información en profundidad. El proceso lleva tiempo, lo que quiere decir que el ABPy dura más de un día; en definitiva, la investigación continua se desarrolla cuando hacen preguntas, revisan fuentes de información y la sistematizan para ayudar a responder la pregunta orientadora.
4. **conexión con el mundo real:** Los estudiantes pueden involucrar a los miembros de la comunidad o diferentes expertos para apoyar la resolución de la situación propuesta y encontrar posibles respuestas al problema inicial.
5. **Voz y voto del alumno:** Los estudiantes son sujetos activos que pueden brindar aportes, sugerencias y control sobre varios aspectos del proyecto como, por ejemplo, la definición de roles y el diseño de su producto.
6. **Reflexión:** La reflexión sobre el conocimiento del contenido y la comprensión adquirida, ayuda a los estudiantes a solidificar lo que han aprendido y a pensar en cómo podrían aplicarlo en otros contextos.

7. **Crítica y revisión:** se debe enseñar a los estudiantes cómo dar y recibir comentarios constructivos que mejoren los procesos y productos del proyecto, guiado por rúbricas y guías de retroalimentación.
8. **Producto final:** Añade autonomía, motivación y anima al trabajo de alta calidad. En este se hace tangible lo que se ha aprendido y en la presentación se vuelve discutible. La dimensión social adquiere una mayor importancia. Además, publicar el trabajo de los estudiantes es una forma efectiva de comunicarse con los padres y la comunidad, igualmente divulgar los resultados que se obtiene con la estrategia ABPy en la formación de los estudiantes.

Además, el ABPy implica formar equipos de personas con perfiles diferentes, áreas disciplinares, profesiones, idiomas y culturas que trabajan juntos para realizar proyectos con el propósito de solucionar problemas reales. Estas diferencias ofrecen grandes oportunidades para el aprendizaje y preparan a los estudiantes para trabajar en un ambiente y en una economía cambiante, Maldonado (2008).

Sin embargo, en el ABPy se deben tener en cuenta algunos aspectos a mejorar. Según González et al, (2016). Los principales inconvenientes del aprendizaje Basado en Proyectos son:

- Se requiere más tiempo para el aprendizaje.
- Se necesita una mayor coordinación de los equipos y de las áreas participantes.



- Encontrar un balance entre el currículo académico oficial, los intereses, conocimientos y habilidades de los estudiantes.
- Requiere recursos económicos

El ABPy es una estrategia que debido a su configuración permite un proceso permanente de reflexión, parte de enfrentar a los estudiantes a situaciones reales que los llevan a aplicar diversos conocimientos que aprenden, utilizando estos como una herramienta para resolver problemas, además, proponer mejoras en las comunidades que habitan.

### 7.2.4 Aprendizaje Significativo

Durante varias décadas el conductismo ha permeado las aulas de clase, al igual que las formas de enseñar, las estrategias y los métodos tradicionales. En este sentido, se podría afirmar que el aprendizaje de los estudiantes va más allá del cambio de conducta y lleva a una transformación en el significado de la experiencia. Así pues, surge la teoría del aprendizaje significativo, la cual se enmarca en lo psicoeducativo, ya que la psicología educativa intenta sustentar la naturaleza del aprendizaje en las aulas de clase y las causas que interfieren, lo cual proporciona los principios para que los profesores descubran por sí mismos los métodos de enseñanza más eficaces (Ausubel, 1983).

En este sentido, la teoría del aprendizaje significativo aborda todos y cada uno de los elementos o factores que garantizan la asimilación de todo el contenido que brinda la



escuela a los estudiantes, de manera que adquiere un significado para el mismo (Rodríguez, 2004). Por consiguiente, el aprendizaje significativo es un reordenamiento del conocimiento del mismo individuo, orientándose el aprendizaje a partir de su contexto escolar, ya que se construye de acuerdo a un enfoque constructivista, este genera el aprendizaje con base en la interacción con el contexto. La teoría de aprendizaje significativo de Ausubel (1983) plantea que “el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por estructura cognitiva, al conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización.” (p, 8)

La idea central de la teoría de Ausubel (1968, 2000) es que de todas las causas que ayudan en el aprendizaje, lo más importante es lo que el alumno ya sabe. En consecuencia, hay que averiguar por estos conocimientos y enseñar de acuerdo con ese punto de partida. Sin embargo, lo que se quiere decir es que los conocimientos de los que se debe de partir son aquellos que son aprendidos significativamente, obviando así los que se aprendieron de manera memorística sin significado alguno (Moreira, 2012). Igualmente, la interacción cognitiva entre el nuevo conocimiento y el previo es la característica esencial para el aprendizaje, en dicha interacción el nuevo conocimiento debe relacionarse con las experiencias del estudiante, generando así un determinado ligamiento del conocimiento teórico.

Según Moreira (2012):

1 8 0 3



*“Aprendizaje significativo es aprendizaje con comprensión, con significado, con capacidad de transferencia. Es el opuesto del aprendizaje mecánico. Si imaginamos que el aprendizaje se produce a lo largo de un continuo, aprendizaje mecánico estaría en un extremo y aprendizaje significativo en el otro. En situaciones de enseñanza-aprendizaje muchos episodios ocurren en regiones intermedias de ese continuo. A pesar de eso, el enfoque conductista favorece sobradamente la zona del aprendizaje mecánico.” (p, 11)*

Del mismo modo, el aprendizaje está influenciado por el interés del estudiante, pues si él quiere aprender lo hace, de otra manera solo será un aprendizaje mecánico el cual solo se emplea en el momento que se requiera sin hacer ninguna abstracción necesaria.

Las evidencias del aprendizaje significativo residen en las ideas expresadas simbólicamente (mapas conceptuales, uve de Gowin, imágenes, signos, entre otros) pero sin ceñirse al texto original. Posterior a eso, cuando el estudiante haga su estructura mental con solo señalar una representación mencionada acude al aprendizaje significativo y es potencialmente importante para la construcción del conocimiento, para así relacionar el nuevo conocimiento con el anterior.

En este sentido, para esta investigación, se usan los mapas conceptuales como una herramienta que permite representar el conocimiento y el aprendizaje por medio de relaciones entre conceptos. De acuerdo con Moreira, el mapeamiento conceptual es una

técnica muy flexible y por eso puede ser usado en diversas situaciones, para diferentes finalidades: instrumento de análisis del currículum, técnica didáctica, recurso de aprendizaje, medio de evaluación (Moreira y Buchweitz, 1993).

## **8 METODOLOGÍA**

En este apartado se hace una descripción del proceso seguido para la construcción de la investigación, de la misma manera, se presenta la propuesta de enseñanza que involucra el desarrollo del proyecto.

### **8.1 Metodología de investigación**

La presente investigación se enmarca dentro de un paradigma cualitativo, ya que permite comprender los fenómenos a partir de una interacción con los participantes en relación a su contexto (Hernández et al, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, se centra en el estudio de caso de tipo interpretativo, ya que aporta descripciones densas y ricas. De esta manera, Morra y Friedlander (2001) definen el estudio de caso como un método de aprendizaje sobre una situación compleja, que trata de comprenderla a través de la descripción dentro de un contexto.

Por otra parte, Yin, (1989) & Stake, (1998) definen el estudio de caso como un método de investigación, el cual consiste en hacer descripción y análisis detallados de la

particularidad de un caso en singular con acciones concretas, a su vez, se llaman casos a aquellas situaciones o entidades sociales únicas que merecen un interés de investigación.

En consecuencia con lo anterior, los estudios de caso en educación se agrupan en tres tipologías diferentes según la naturaleza del informe final. (Merriam, 1998).

- Estudio de caso descriptivo: este, presenta un informe detallado del caso eminentemente descriptivo, sin fundamentación teórica ni hipótesis previas. Aporta información básica generalmente sobre programas y prácticas innovadoras.
- Estudio de caso interpretativo: aporta descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y teorizar sobre el caso. El modelo de análisis es inductivo para desarrollar categorías conceptuales que ilustran, ratifiquen o desafíen presupuestos teóricos difundidos antes de la obtención de la información.
- Estudio de caso evaluativo: Este estudio describe y explica un fenómeno específico, pero además, se orienta a la formulación de juicios de valor que constituyan la base para tomar decisiones.

En la figura 2, se presenta el estudio de caso utilizando un esquema propuesto por Jorriñ-Abellán (2016), denominado “modelo rayuela o hopscotch model” adaptado para esta investigación; el cual nos permite sintetizar la información sobre el método seleccionado.





PROYECTO GEN-ÉTICA, UNA POSIBILIDAD PARA COMPRENDER QUIÉNES SOMOS, DE DÓNDE VENIMOS.

Contexto de su caso

La población seleccionada para llevar a cabo esta investigación son estudiantes de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal (Comuna 60), de la ciudad de Medellín.



Figura 2. Diagrama estudio de caso, "modelo rayuela" Jorrín-Abellán (2016)

Contexto

Como se menciona en la figura 2, La población seleccionada para llevar a cabo esta investigación fueron estudiantes de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, con aproximadamente 1200 estudiantes, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal (Comuna 60), de la ciudad de Medellín.



La institución pertenece a un estrato socioeconómico entre uno y tres, con dos jornadas, en la mañana (preescolar y primaria) y en la tarde (preescolar, básica secundaria y media académica), además, con media técnica en manejo ambiental. La investigación se realizó con 36 estudiantes (18 mujeres y 18 hombres) del grado noveno (9°), con edades entre los 14 y 17 años.

## **8.2 Consideraciones éticas**

Para el desarrollo de esta investigación se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El investigador y los participantes deben tener una relación basada en el respeto y la verdad.
- Los participantes que son los dueños de la información, deberán de forma voluntaria autorizar el uso de los datos.
- Se deberá entregar un consentimiento informado a los participantes y en caso de ser menores de edad, estos deberán ser firmados, para el caso de las instituciones educativas, por los acudientes. (Anexo 1)
- Los participantes deberán conocer los propósitos de la investigación en la cual participan, sus roles y la forma como será divulgada la información.

### **8.3 Selección de los participantes**

La selección de los casos tiene como objetivo elegir los estudiantes que aporten información relevante para la investigación, con el fin de que a la hora de aplicar los instrumentos de recolección de información, proporcionen la información que permita atender a los objetivos del proyecto.

De acuerdo con Hernández et al. (2014) los casos se eligen teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacidad operativa de recolección y análisis: cantidad de casos que se pueden manejar de manera real.
- El entendimiento del fenómeno: cantidad de casos que responden la pregunta de investigación.
- La naturaleza del fenómeno en análisis: si los casos son frecuentes y accesibles, si recolectar la información lleva mucho tiempo.

Además, presenta una clasificación orientada a la investigación cualitativa:

1. Muestras diversas o de máxima variación: estas muestras son utilizadas cuando se busca mostrar distintas perspectivas y representar la complejidad del fenómeno estudiado, o documentar la diversidad para localizar diferencias y coincidencias.
2. Muestras homogéneas: al contrario de las muestras diversas, en las muestras homogéneas las unidades que se van a seleccionar poseen un mismo perfil o característica similares.



3. Muestras en cadena o por redes (“bola de nieve”): en este caso, se identifican participantes clave y se agregan a la investigación, se les pregunta si conocen a otras personas que puedan proporcionar más información, y una vez contactados, los incluimos también.
4. Muestras de casos extremos: este tipo de muestras se utiliza para estudiar etnias muy distintas al común de la población de un país, también para profundizar el análisis de comportamientos terroristas y procesos complejos que solamente dominan unos cuantos expertos. A veces se seleccionan casos extremos opuestos con fines comparativos.
5. Muestras por oportunidad: se trata de casos que de manera fortuita se presentan ante el investigador justo cuando los necesita.
6. Muestras teóricas o conceptuales: cuando el investigador necesita entender un concepto o teoría, puede muestrear casos que le sirvan para este fin. Es decir, se eligen las unidades porque poseen uno o varios atributos que contribuyen a formular la teoría.
7. Muestras confirmativas: la finalidad de las muestras confirmativas es sumar nuevos casos cuando en los ya analizados se suscita alguna controversia o surge información que apunta en diferentes direcciones.
8. Muestras de casos sumamente importantes o críticos para el problema analizado: a veces hay casos del ambiente que no podemos dejar fuera. Incluso hay muestras que únicamente consideran casos relevantes.



9. Muestras por conveniencia: estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales acceso.

Por consiguiente, en esta investigación se utilizará la clasificación propuesta por Hernández et al. 2014, para esta ocasión corresponde a casos seleccionados por conveniencia. A continuación, en la tabla 1, se presenta la descripción de los casos seleccionados, para dicha investigación.

**Tabla 1** Características de los casos.

Casos (Estudiantes)	Características
(E1)	Tiene una disposición por las ciencias especialmente por la genética. Ha recopilado información sobre el iris de los ojos durante 2 años, por eso se hace conveniente tomarla por este motivo.
(E2)	No le interesan las ciencias exactas, le llama la atención el lenguaje y las culturas asiáticas, por eso es conveniente trabajar con ella, para mirar los aportes a la propuesta.
(E3)	Son casos que al aplicar el instrumento de indagación aportó información pertinente.
(E4)	

## **8.4 Instrumentos de recolección de información**

Los instrumentos de recolección de información que se consideran para este trabajo son, la entrevista semiestructurada, la observación participante (diario de campo del investigador) y la aplicación de instrumentos de indagación de saberes (Ideas previas e ideas finales), a continuación, se presenta algunas de sus características principales.

### **8.4.1 Entrevista Semiestructurada**

La entrevista posibilita comprender el fenómeno estudiado, donde el investigador obtiene la información sobre acontecimientos vividos; las respuestas son la base para identificar la subjetividad de las personas investigadas. De igual modo la entrevista permite que se profundice en diferentes temas, conforme se va estableciendo un diálogo con la persona. (Ver anexo 2)

En su estudio Camboy y Gómez (2009) dicen que:

*La entrevista es la técnica más empleada en las distintas áreas del conocimiento. En un sentido general, se entiende como una interacción entre dos personas, planificada y que obedece a un objetivo, en la que el entrevistado da su opinión sobre un asunto y, el entrevistador, recoge e interpreta esa visión particular. (p. 288).*

#### **8.4.2 Observación Participante**

La observación participante, parte de tener una condición de intervención, ya que existe un contacto directo entre ellos y el investigador. Camboy y Gómez, (2009) expresan que la observación participante:

*Conlleva la implicación del investigador en una serie de actividades durante el tiempo que dedica a observar a los sujetos objeto de observación, en sus vidas diarias y participar en sus actividades para facilitar una mejor comprensión. Para ello es necesario acceder a la comunidad, seleccionar las personas clave, participar en todas las actividades de la comunidad que sea posible, aclarando todas las observaciones que se vayan realizando mediante entrevistas (ya sean formales o informales), tomando notas de campo organizadas y estructuradas para facilitar luego la descripción e interpretación. (2009, p.277)*

Como herramienta de apoyo a la observación participante, se utiliza el diario de campo.

#### **8.4.3 Diario de campo del investigador**

Ésta es una herramienta que permite registrar situaciones que pueden ser interpretadas y sistematizadas para luego ser analizadas como resultados. Martínez (2007) Define, que es uno de los instrumentos que permite sistematizar nuestras prácticas investigativas; además, de mejorarlas, enriquecerlas y transformarlas.



#### **8.4.4 Instrumento de indagación**

El instrumento de indagación, permite conocer las ideas que tienen los estudiantes sobre el tema a tratar; dicho instrumento se aplica en dos momentos.

El momento inicial, busca el conocimiento previo de los estudiantes que a su vez es el punto de partida para propiciar el aprendizaje de nuevo conocimiento. De acuerdo con Moreira (2012), el conocimiento previo debe ser siempre considerado y es la variable que más influye en el aprendizaje de nuevos conocimientos, funcionando como anclaje cognitivo que ayuda a dar significados a esos conocimientos. Igualmente, este instrumento se aplica al momento de finalizar la intervención del proyecto, donde se puede evidenciar la interacción entre el conocimiento inicial y final.

#### **8.5 Propuesta de enseñanza**

Como propuesta de enseñanza se partió del diseño de un proyecto orientado por las características esenciales propuestas por el Buck Institute for Education (BIE). (Ver tabla 2).

Dicho proyecto, se diseñó utilizando algunos aportes obtenidos en una pasantía realizada en el Parque Explora, entidad que prestó sus servicios como centro de práctica durante la fase inicial de la investigación, donde se profundizó en cada característica del ABPy desde lo teórico y práctico, además, se construyeron algunos elementos que luego fueron implementados en el lugar de intervención.

**Tabla 2:** Tabla tomada y adaptada del proyecto “Generación N” Parque Explora y Ruta





### Diseño de proyecto ABP: Características



#### Investigación continúa

Los alumnos indagan en diferentes fuentes de información sobre los conceptos asociados a la genética en grado noveno (ADN y el Genoma humano, replicación, transcripción y traducción del DNA, Estructura del RNA, Código genético, Características de las proteínas, Mutaciones, Terapia génica).

Este proceso no debe confundirse con una consulta de información, ya que los alumnos deberán seleccionar información pertinente y que les ayude en la resolución de la pregunta orientadora.

#### Pregunta orientadora

¿Cómo diseñar un sitio Web para evidenciar y divulgar información de la Gen-ética y su importancia en la sociedad?

#### Voz y voto de estudiantes

Para dar voz y voto a los alumnos, estos tendrán la oportunidad de:

- Construir un cronograma de trabajo
- Participar en la construcción conjunta de rúbricas de evaluación y de actividades específicas sugeridas por los docentes participantes.
- Seleccionar un grupo de trabajo y roles.

#### Reflexión

Los alumnos realizarán de manera individual un portafolio en el cual deberán registrar sus avances durante el desarrollo del proyecto, sus dificultades, aciertos y aspectos a mejorar.

#### Conocimientos y habilidades

De acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del grado 9, específicamente el número 5, se pretende que el alumno pueda explicar la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y evolución de las especies. Se pretende potenciar en los alumnos

#### Conexión con el mundo real

- 1-Invitar a un experto externo a dictar una charla sobre las últimas investigaciones sobre ADN, herencia y repercusiones que trae las modificaciones genéticas.
- 2-Relacionar la genética con la bioética algunas de las investigaciones sobre terapia génica, genoma humano y otras que permitan al estudiante reconocer que esta temática es objeto de estudio a nivel mundial.

#### Crítica y revisión

Asesorías grupales donde se muestren los avances en el producto final, además de la apropiación del conocimiento. De igual manera, se realiza una retroalimentación desde la autoevaluación, la coevaluación y la hetero-evaluación.

Competencias del siglo XXI: si bien se desarrollan varias habilidades como la Creatividad y la innovación o el trabajo en grupo. Atendiendo a los objetivos de la investigación se hace énfasis en la habilidad del Manejo de la información.

#### Producto para un público

Sitio web, que permita evidenciar, socializar y difundir la comprensión de los conocimientos adquiridos a la comunidad.

#### Título del Proyecto

**GEN-ÉTICA**



### Contenidos del proyecto

Los contenidos organizan la base para programar las actividades de enseñanza, con el fin de trabajar por la obtención de los objetivos propuestos. En esta investigación en la Tabla 3, se observan los contenidos que fueron seleccionados y secuenciados a partir de los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional en los estándares para el área de ciencias naturales y los derechos básicos de aprendizaje (DBA) para el grado noveno.

**Tabla 3:** Conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

<b>Conocimiento Conceptual</b>	<b>Conocimientos Procedimental</b>	<b>conocimientos Actitudinal</b>
-Estructura de ADN y ARN -Código genético -Mitosis y meiosis -Mutaciones -Manipulación genética	-Construcción de mapas conceptuales sobre genética. - Participación en debates sobre asuntos bioéticos. -Tabulación o de datos estadísticos para la representación de encuestas. -Prácticas de laboratorio de cromosomas y extracción de ADN. -Reseñas sobre la charla del experto.	- Respeta la opinión de los compañeros del grupo. - Hace uso razonable de los insumos de laboratorio.

### 8.6 Áreas participantes

Una de las características del Aprendizaje Basado en Proyecto (ABPy), es que permite articular conocimientos de diferentes disciplinas, que conducen a una formación integral de los estudiantes. En este sentido, para este proyecto se articularon las áreas de tecnología e informática, lengua castellana y ética y valores. En la figura 3, se pueden apreciar las principales actividades para cada área participante.



Figura. 3 Áreas participantes (Construcción propia)

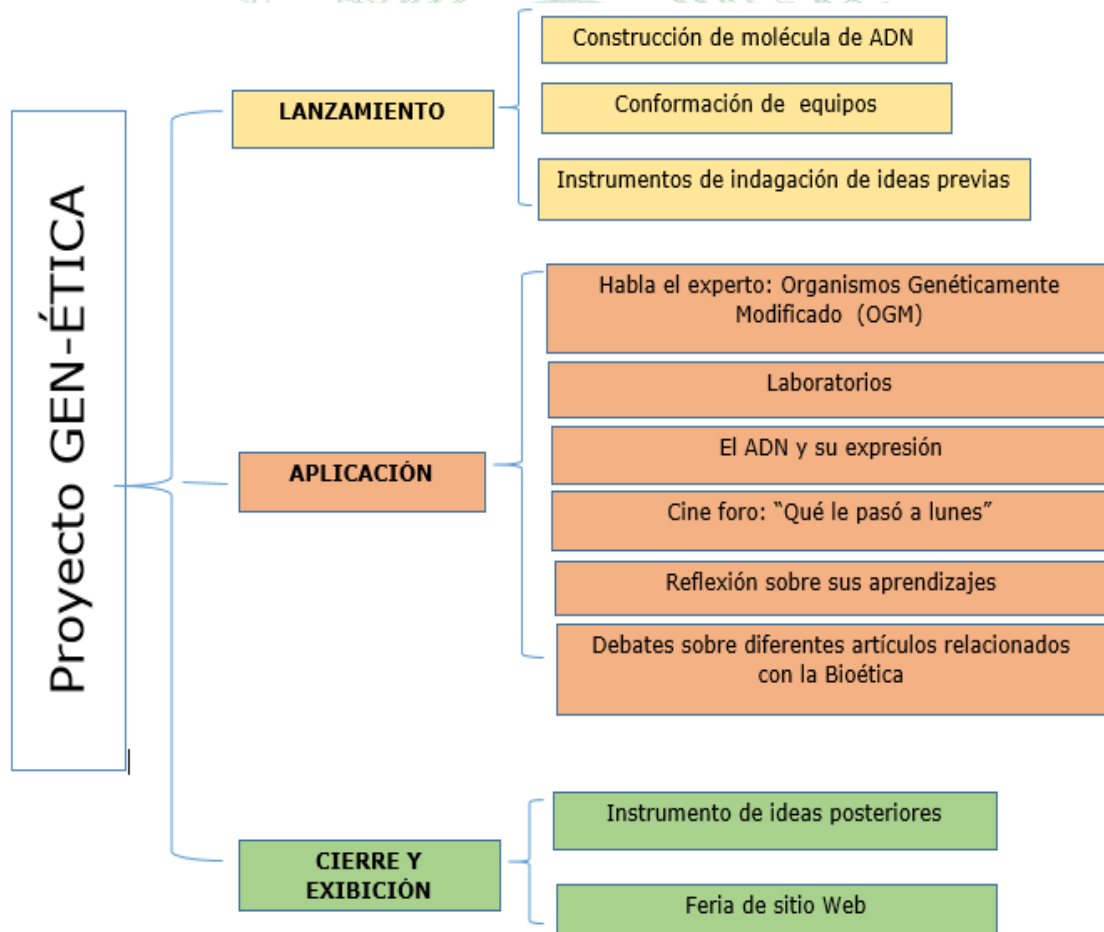
### 8.7 Fases del proyecto GEN-ÉTICA

1. **Lanzamiento:** Se presentó la pregunta orientadora y se elaboraron acuerdos con los estudiantes, además, se realizó la conformación de grupos, posteriormente se presentaron las actividades del proyecto.
2. **Aplicación:** Se llevaron a cabo, las actividades pertinentes para atender a los propósitos de esta investigación, durante el proceso, los alumnos pudieron presentar productos individuales, además la construcción de un producto final.



3. **Cierre:** Exhibición del producto final a la comunidad educativa durante la aplicación y actividad de reflexión final.

Se presentan en la figura 4, las principales actividades que se realizaron en cada fase del proyecto denominado GEN-ÉTICA.



**Figura 4** Fases del proyecto (Elaboración propia)

### 8.8 Planeación de actividades del proyecto

En este apartado se presenta la planeación de las actividades por semana (Ver tabla 4). En la cual se observa la relación con las áreas participantes y a cada semana se le otorga un nombre para facilitar su identificación en el apartado de análisis. Igualmente se describen las actividades, las cuales tienen como fin aportar al aprendizaje de los estudiantes durante la implementación del proyecto.

**Tabla 4:** Planeación por semana de las clases.

<b>Nombre de la semana</b>	<b>Descripción</b>
<p>Semana 1 <b>Lanzamiento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Motivación de los estudiantes a participar en el proyecto. Presentación de la pregunta y se les habla sobre contenidos y habilidades.</li> <li>-Conformación de grupos de trabajo.</li> <li>- Construcción de una molécula de ADN en 3D a partir de sus conocimientos.</li> <li>-Definición de roles, compromisos y forma de evaluar.</li> <li>-Socialización de las moléculas</li> <li>-Aplicación del Instrumento de indagación de ideas previas (Anexo 3)</li> </ul>



<p>Semana 2</p> <p><b>El ADN y su expresión</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Aclaración de algunos conceptos de genética como gen, cromosoma, alelo, entre otros.</li><li>-Recuento de mitosis y meiosis.</li><li>- Estructura del ADN (historia del ADN y componentes).</li><li>-Explicación la replicación, transcripción y traducción del ADN</li><li>-Video “ADN: Estructura, replicación, transcripción y traducción”.</li><li>- Taller: El ADN y Su expresión (Anexo 4)</li><li>-Socialización del taller.</li></ul> <p>Ética: Artículo ¿Qué es la bioética y para qué sirve?</p> <p>Lengua castellana: Bienvenida al sitio Web (Introducción, título).</p> <p>Tecnología: Creación de sitio Web.</p>
<p>Semana 3</p> <p><b>Las Mutaciones</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Consulta sobre algunas proteínas.</li><li>-Explicación sobre ¿qué es una mutación?</li><li>-Los tipos de mutación.</li><li>-Mapa conceptual sobre mutaciones.</li></ul> <p>Lengua castellana: Guion para el podcast.</p> <p>Tecnología: Crear podcast.</p> <p>Ética: Conversatorio sobre definición de bioética</p>



<p>Semana 4</p> <p><b>Conexión con el mundo real</b></p>	<p>-Se presenta el experto y habla sobre organismos genéticamente modificados.</p> <p>-Realización del laboratorio de Cromosomas politénicos (Anexo 5).</p> <p>Ética: Principios de la bioética.</p> <p>Lengua castellana: Reseña sobre la conferencia.</p> <p>Tecnología: Añadir reseña al sitio Web.</p>
<p>Semana 5</p> <p><b>Reflexión, Crítica y Revisión</b></p>	<p>-Introducción a los grandes proyectos de la genética sus aportes sociales.</p> <p>-Se establecen los criterios y el tiempo para presentar la exposición de cada grupo.</p> <p>-Se orienta la reflexión partiendo de las dificultades y aciertos del proyecto (dificultades y aciertos conceptuales). Los estudiantes realizan su reflexión de manera escrita e individual.</p> <p>-¿Cómo voy en mi proyecto? Representar de manera corta y creativa (mapa conceptual, escrito, etc.) los avances que se tienen del proyecto.</p> <p>Ética: cine foro “¿Qué le pasó a lunes?”</p> <p>Tecnología: Añadir galería al sitio Web.</p> <p>Primera entrega del prototipo. Crítica y revisión (Anexo 6).</p>
<p>Semana 6</p> <p><b>Grandes proyectos de la genética</b></p>	<p>-Los estudiantes realizan un mapa conceptual, el cual se va a exponer a sus compañeros, se acuerda 10 minutos para cada exposición y 5 minutos de preguntas.</p>



	Ética: conversatorio
<b>Semana 7</b> <b>Extracción de ADN</b>	-Laboratorio de extracción de ADN (Anexo 7). -Segunda entrega del prototipo. Crítica y revisión Ética: Bebés a pedido (Anexo 8)
<b>Semana 8</b> <b>Cierre y Exhibición</b>	-Cierre del proyecto: Feria de sitios Web. -Instrumento de indagación de ideas finales (Anexo 9).

**Semana 1 (Lanzamiento):** A partir de la pregunta del proyecto ¿Cómo diseñar un sitio Web para evidenciar y divulgar información de la GEN-ÉTICA y su importancia en la sociedad? Se motivó a los estudiantes a participar en el mismo, se habló de los contenidos y habilidades que se pretendían propiciar durante el proyecto.

Los estudiantes formaron grupos de 6 integrantes con diferentes habilidades, lo que permitió establecer roles dentro del grupo para trabajar durante todo el proyecto. Estos grupos realizaron la construcción de una molécula de ADN a partir de diferentes materiales (palillos, plastilina, cauchos, ping pong de colores, colbón, hojas iris, tijeras, hilo, lana) y sus conocimientos previos, para posteriormente socializar dichas construcciones. Finalmente se habló de la evaluación y se realizaron acuerdos con los estudiantes.

Los roles acordados fueron:

1 8 0 3



- Redactor (El orientador): Es quien marca las pautas de lo que se va a publicar, en consenso con todo el equipo, ayuda a fijar los temas que se incluirán y supervisa el trabajo.
- Representante: Debe controlar los plazos de entrega para publicar y es el portavoz del equipo.
- Redactores (Creativos): Encargados de escribir los artículos y multimedia.
- Transcriptor y Graficador (Seleccionan y pasan los artículos, las imágenes, diagramas y multimedia).
- Diseñador: Es el que estructura y organiza los botones, toma decisiones sobre tipografía, la ubicación de las imágenes y la facilidad de navegación.
- Corrector (Revisor): Se encarga de corregir las faltas de ortografía, se asegura de que todo el contenido se encuentra en el sitio Web.

Por otra parte, se aplicó el instrumento de ideas previas, el cual consistió en la elaboración de un mapa conceptual y la postura crítica de los estudiantes frente a un caso de manipulación genética (Anexo.3).

**Semana 2 (El ADN y su expresión):** Se organizó la clase dirigida por el maestro.

En primer lugar, se definieron los distintos conceptos observados en el instrumento de ideas previas, además, se trabajaron los procesos de mitosis y meiosis realizando un cuadro comparativo donde se evidencian sus similitudes y diferencias.

En segundo lugar, se abordó la estructura del ADN partiendo de su historia y cómo se construyó a lo largo del tiempo, para esto, se realizó una línea de tiempo donde se



evidenciaron los distintos hallazgos y cómo lograron construir lo que hoy conocemos como la molécula de ADN.

En tercer lugar, se retomaron los procesos (replicación, transcripción y traducción), para comprender las distintas “rutas” que tiene la molécula de ADN hasta convertirse en una proteína, para sintetizar las clases anteriores y hacerlas un poco más gráficas se llevó un video (<https://www.youtube.com/watch?v=UDOWljO6zZA>) con el cual ellos lograran ver de manera más representativa todos estos procesos.

Finalmente, se realizó un taller en parejas para observar cómo fue la apropiación de los distintos temas vistos en las clases anteriores. (Anexo 4)

Asimismo, en la clase de ética y valores se realizó una lectura del documento de Molina (2011) titulado “¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera, que tenía como objetivo, discutir en grupos acerca de la definición de bioética que se plantea en el documento.

**Semana 4 (Conexión con el mundo real):** Se realizó una conferencia con una bióloga genetista de la Universidad de Antioquia, la cual abordó el tema de organismos genéticamente modificados (OGM) desde una postura científica, ilustrando con diferentes imágenes (diagramas, dibujos, esquemas) el proceso que se lleva a cabo en el laboratorio para obtenerlos.



Por otra parte, se realizó un laboratorio de cromosomas politénicos (Anexo 5), con el fin de que los estudiantes observaron la estructura de algunos de los cromosomas y despertar el interés en la investigación científica.

Al mismo tiempo en la clase de ética, se llevó a cabo una actividad sobre los principios de la bioética, donde los estudiantes de manera grupal, identificaron cada uno de los principios de la bioética y reconocieron algunas disciplinas que la apoyan, sus problemas y finalidad.

**Semana 6 (Grandes proyectos de la genética):** Para esta semana los estudiantes realizaron un rastreo de noticias sobre manipulación genética, las cuales tenían un tiempo delimitado (mediados del 2017 hasta 2018). A partir de esta información encontrada; los estudiantes elaboraron un mapa conceptual o infografía, que les sirviera como guía para transmitirle a sus compañeros el reportaje encontrado, igualmente debían realizar un glosario de palabras desconocidas.

Del mismo modo, se desarrolló un conversatorio en la clase de ética y valores sobre el cine foro ¿Qué le pasó a lunes? (Wirkola, 2017) realizado anteriormente, el cual abordó las problemáticas emergentes en la película en relación con asuntos genéticos, identificando los principios de la bioética, además, realizaron una reseña de la misma.

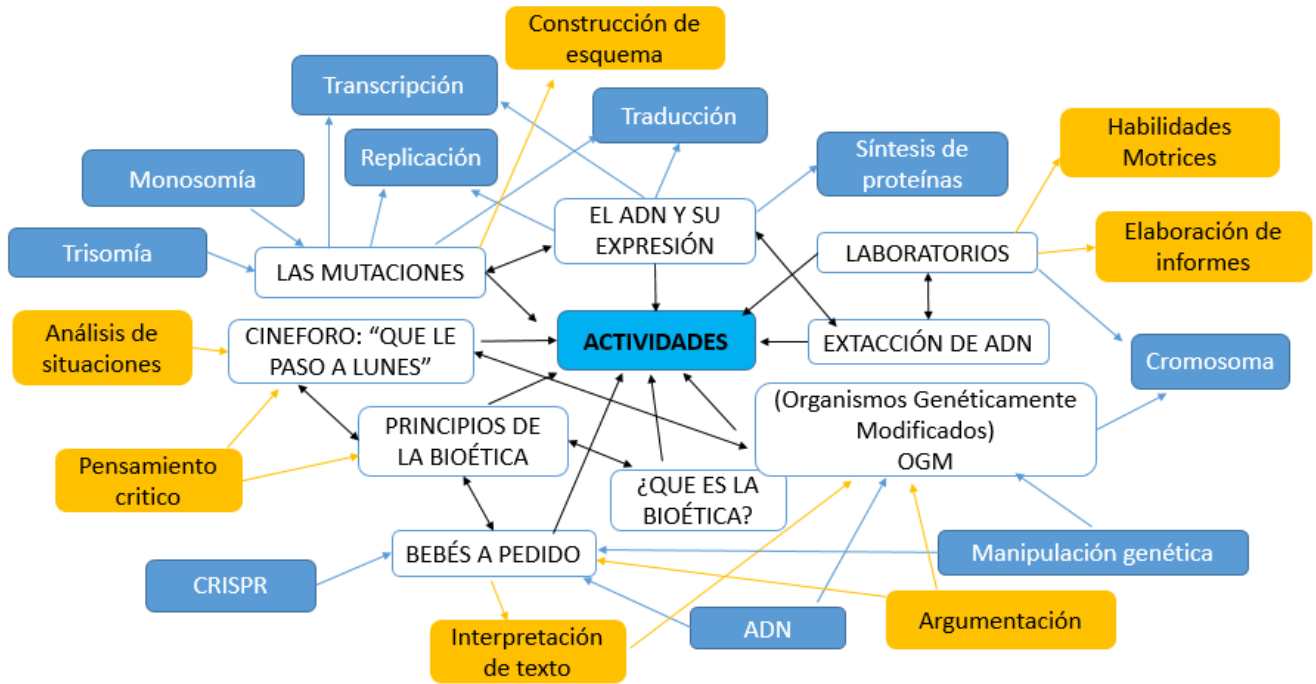
**Semana 7 (Extracción de ADN):** Se realizó un laboratorio sobre extracción de ADN de tomate (Anexo 7), con el fin de evidenciar que otros organismos presentan la molécula



de ADN. Del mismo modo, se llevó a cabo la segunda fase de crítica y revisión, donde los estudiantes realizaron coevaluación y autoevaluación.

Igualmente, se llevó a cabo la lectura del artículo bebés a pedido, donde los estudiantes de manera grupal realizaron una lectura del documento de Mhernani Noticias (2015) titulado Bebés “a pedido”: el problema ético de la competitividad genética. Recuerdo de <http://inspercom.org/index.php/bebes-de-disenador-el-problema-etico-de-la-competitividad-genetica/>, para posteriormente resolver unas preguntas. (Anexo 8)

**Semana 8 (Cierre y exhibición):** Los estudiantes le presentaron a la comunidad educativa su producto final, para esto se realizó un evento llamado feria de sitios Web; donde cada grupo de trabajo expuso su página contando cómo la realizaron y enseñando el contenido de la misma. Además, se aplicó el instrumento de ideas finales (Anexo 9).



**Figura 5** Relación de actividades (Elaboración propia)

En la figura 5, se puede observar cómo se relacionan las actividades de genética con las de bioética (Blanco); el dominio conceptual (Azul) y las habilidades que los estudiantes debían desarrollar (Amarillo) para adquirir los conocimientos y potenciar las competencias propuestas en el proyecto.

## 9 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este apartado, se describen los resultados y respectivos análisis de la información obtenida, a partir de la aplicación del proyecto GEN-ÉTICA. Para alcanzar ese propósito, inicialmente, se establecieron tres categorías, las cuales son: definición del concepto genética, conceptos asociados a éste (herencia, ADN, gen, alelo, genotipo, fenotipo) y asuntos relacionados con la bioética.



En este caso, se utilizaron los mapas conceptuales como la principal estrategia para recolectar la información en los instrumentos de indagación de ideas previas y finales, además, para su análisis se subrayan las regiones con colores que aportan a la categoría correspondiente, también, se presentan los resultados de las actividades principales del proyecto, específicamente aquellas que aportan información valiosa para alguno de los casos seleccionados.

En primer momento, se resaltan con colores los conceptos específicos de los mapas que contienen la información que será objeto de análisis. Para comprender la forma como se presentará la información se utilizó la siguiente nomenclatura: Definición del concepto (rojo), conceptos asociados a la genética (amarillo) y asuntos relacionados con la bioética (verde), además, los casos de análisis se nombran con la letra E y sus respectivo número en el trabajo individual (E1, E2); igualmente, para algunas actividades grupales, se les asignó la letra G y un número (G1, G2), teniendo en cuenta, que para esta investigación, se seleccionaron cuatro casos.

### **9.1 INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS**

Este instrumento, se aplicó al inicio del proyecto en la fase de lanzamiento con el fin de conocer las ideas de los estudiantes sobre genética, delimitando su profundidad en lo propuesto en el DBA número cinco para el grado noveno, el cual menciona “ Explica los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros) identificando variaciones



en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones”, para ello se les proporcionó una serie de conceptos asociados al tema, dicho instrumento fue validado por expertos, la construcción del mapa y la presentación de un caso marcaron la ruta para aplicar el instrumento (ver anexo 2). A continuación, se presentan los hallazgos para cada una de las categorías.

### **9.1.1 Definiciones del concepto genética**

Para facilitar la presentación de la información, se discute cada caso y luego se genera una conclusión que intenta mostrar de forma general lo ocurrido en este primer momento.

Caso E1: El estudiante no estableció directamente una definición del concepto genética, sin embargo, introduce el concepto ADN. Por esta razón no se marca con rojo el mapa (Ver figura 6)

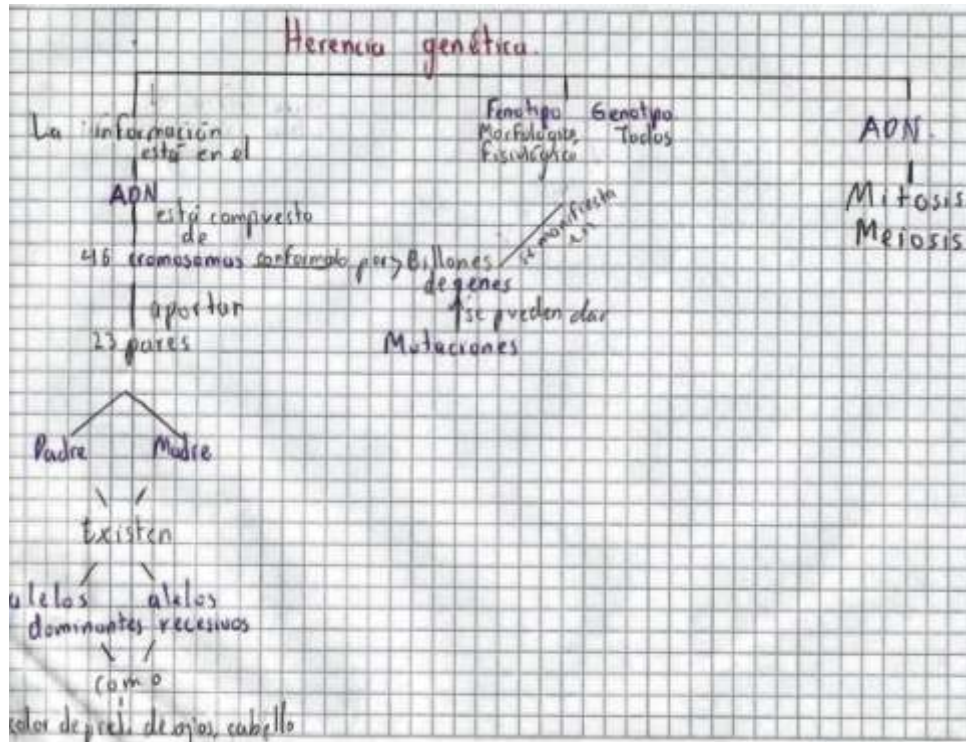


Figura 6. Mapa conceptual realizado por el estudiante E1

Casos E2 y E3: Los estudiantes definen el concepto relacionándolo con la herencia, principalmente con la presencia de un padre y una madre. Sin embargo, los conectores indican algo diferente ya que E2 realiza una afirmación “la genética es una herencia de padre y madre” y E3 la utiliza como un insumo que usarían los padres para tal vez formar ADN “la genética se emplea por padre y madre”, lo cual se observa en la figura 7.



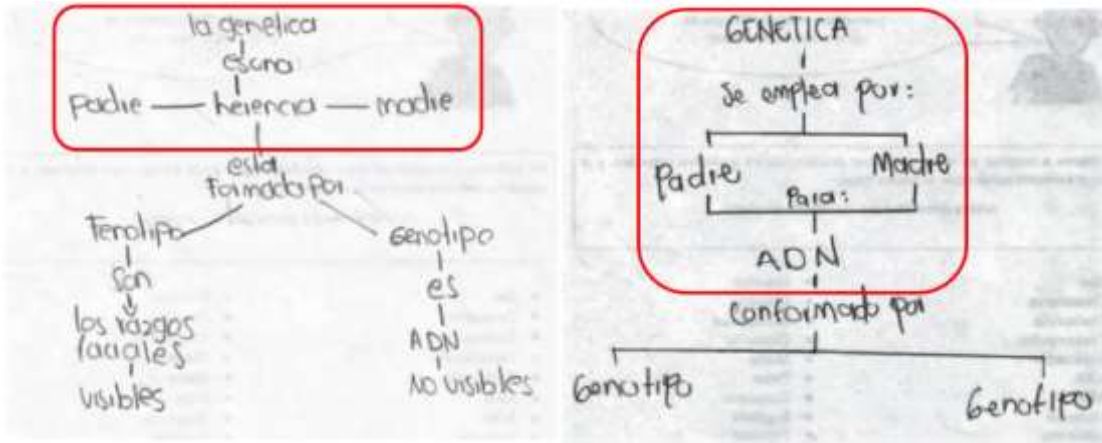


Figura 7. Mapas conceptuales realizados por los estudiantes E2 y E3

Caso E4: el estudiante estableció una definición que indica una relación directa con el concepto de herencia, tal y como lo indica la figura 8, donde esquematiza que “la genética estudia la herencia de los ADN” algo similar a lo establecido por E3, sin nombrar al padre y la madre.

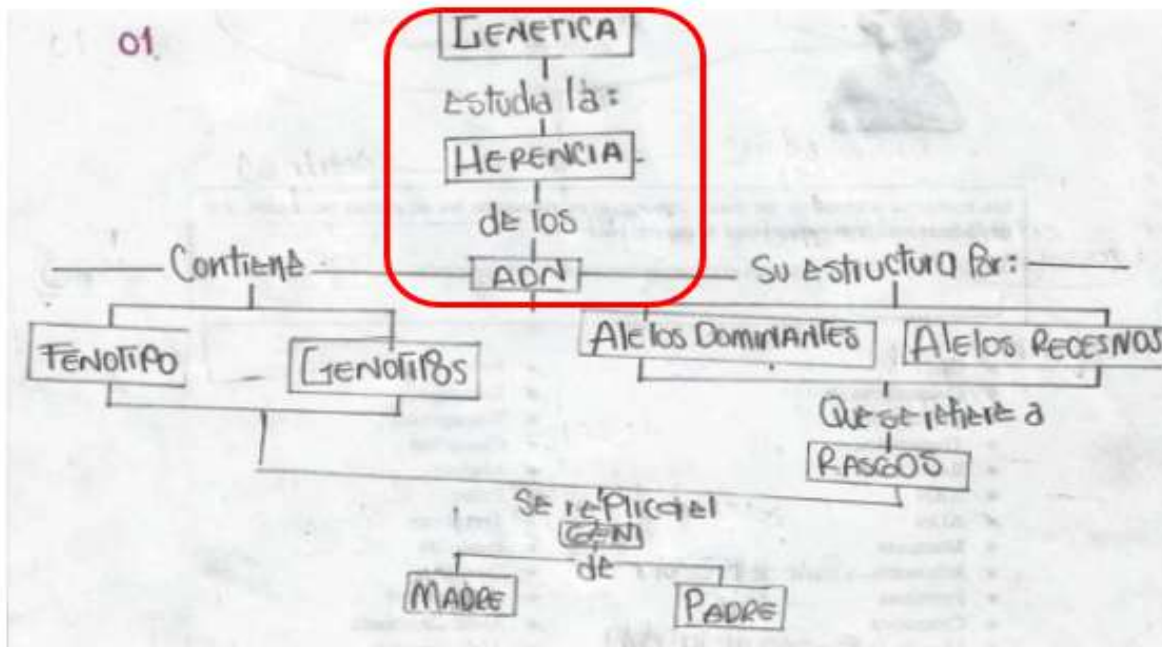


Figura 8. Mapa conceptual realizado por el estudiante E4

De acuerdo con lo anterior, se podría inferir que (a pesar de las diferencias existentes entre cada caso), la genética es vista desde un asunto macroscópico y además vinculada en algunos casos a otros conceptos como la herencia y el ADN. Según Rodríguez et al. (2004), la genética es la ciencia que estudia características hereditarias entre generaciones a partir de la información contenida en los genes, desde diferentes enfoques tales como la biología celular, bioquímica, el familiar y poblacional (Rodríguez et. al 2016). Por lo tanto, los estudiantes tienen una idea un poco alejada de la definición del concepto ya que se quedan en el componente familiar y existe poca profundidad conceptual en las otras categorías.

Con base en la observación que se realizó en el lanzamiento del proyecto, se recogieron evidencias que dan cuenta del porqué los estudiantes usan tales términos en la construcción de sus mapas; pues estos suelen retomar diferentes datos e información que recuerdan haber visto o escuchado en diversos medios de comunicación, series o ámbitos académicos donde son evaluados (pruebas saber) cómo por ejemplo, lo mencionado por el estudiante E1 que decía *“conocemos más esos conceptos porque en días pasados los tratamos en uno de los simulacros que hace el colegio”*, mostrando una definición predeterminada a vincular a la genética con la herencia proveniente de los padres. El hecho de que en los medios de comunicación se tratan frecuentemente estos temas podría dar al alumnado la impresión de conocerlos e incluso dominarlos (Gallego et. al, N/A).



Además, la aparición del concepto ADN es una muestra más del acercamiento que tienen los estudiantes al área de la genética debido a los medios de comunicación, esto les permite hablar de conceptos asociados, lo que se evidencia en sus representaciones, ligando el ADN con la herencia, centrando la definición de genética en este par de conceptos.

### **9.1.2 Conceptos asociados a la genética**

Inicialmente los estudiantes asociaron conceptos como ADN, genotipo, fenotipo, alelo dominante y recesivo.

Caso E1: el estudiante vincula los mismos conceptos, pero incorpora los términos mutación, mitosis y meiosis. Donde asocia “*Fenotipo: morfología- fisiología*” y “*Genotipo: todo*”. Igualmente, relaciona “*ADN: está compuesto por 46 cromosomas*” (figura 9).

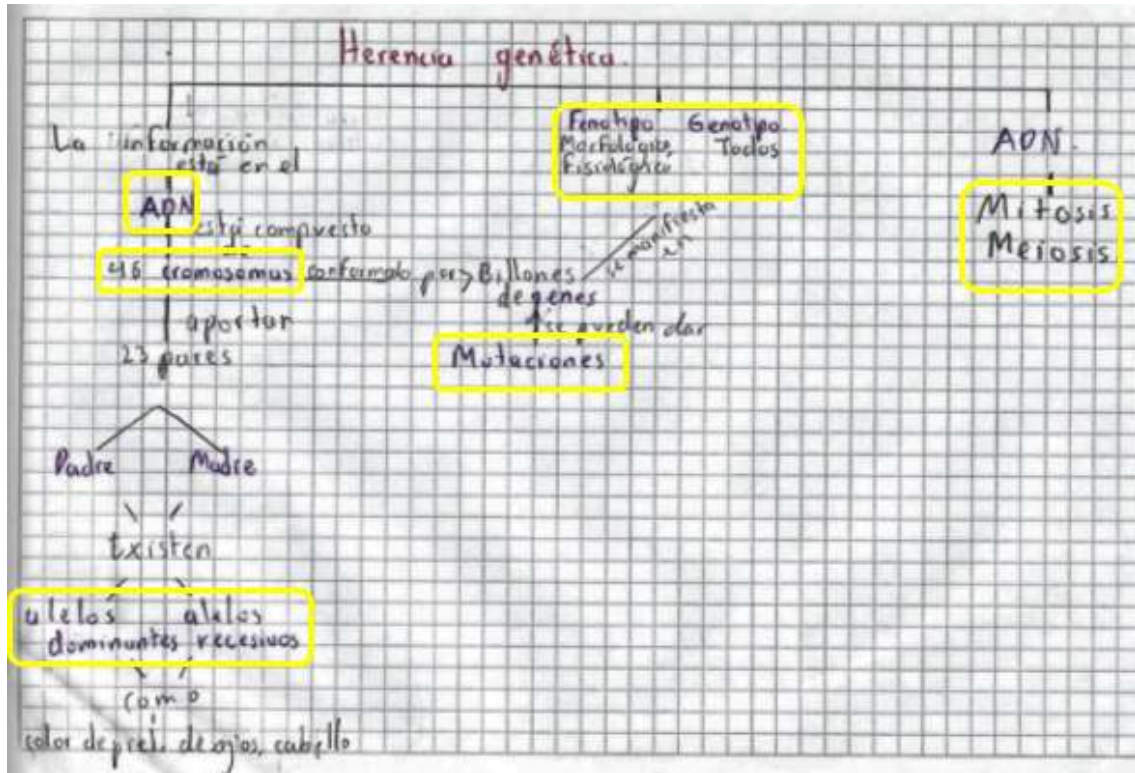


Figura 9. Mapa conceptual realizado por el estudiante E1.

Caso E2: El estudiante, relaciona “Fenotipo: son los rasgos faciales, visibles” y “Genético: es ADN, no visible” (ver figura 10). Además, los conectores utilizados parecen afirmar “genotipo es” y “fenotipo son” sin indicar relaciones de causalidad o presentar variaciones o posibilidades más amplias de relación conceptual.

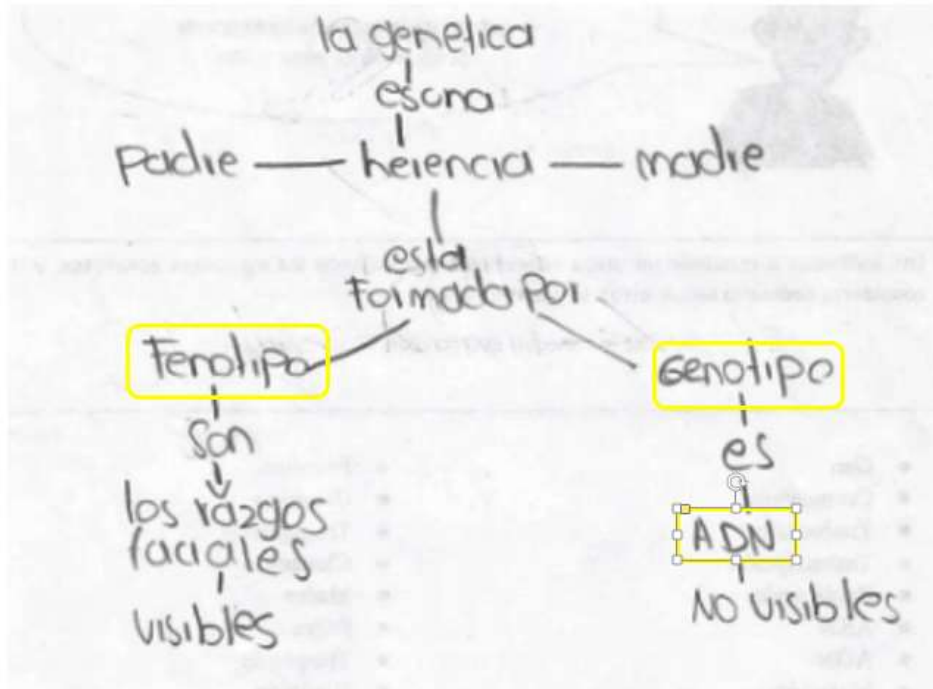


Figura 10. Mapa conceptual realizado por el estudiante E2.

Caso E3: El estudiante asocia a la genética dos conceptos (ADN, Genotipo), sin embargo, no explican dichos términos. (Ver figura 11)

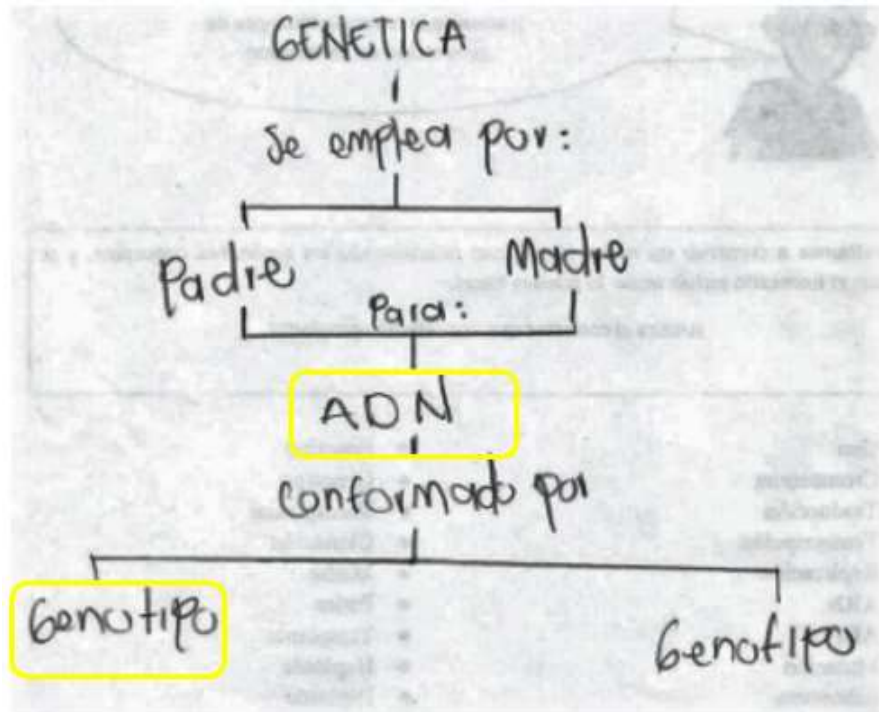


Figura 11. Mapa conceptual realizado por el estudiante E3.

Caso E4: El estudiante relaciona dos factores, esquematizando que el ADN “Contiene fenotipo- genotipo” y “su estructura por: alelos dominantes- alelos recesivos” (Ver figura 11)

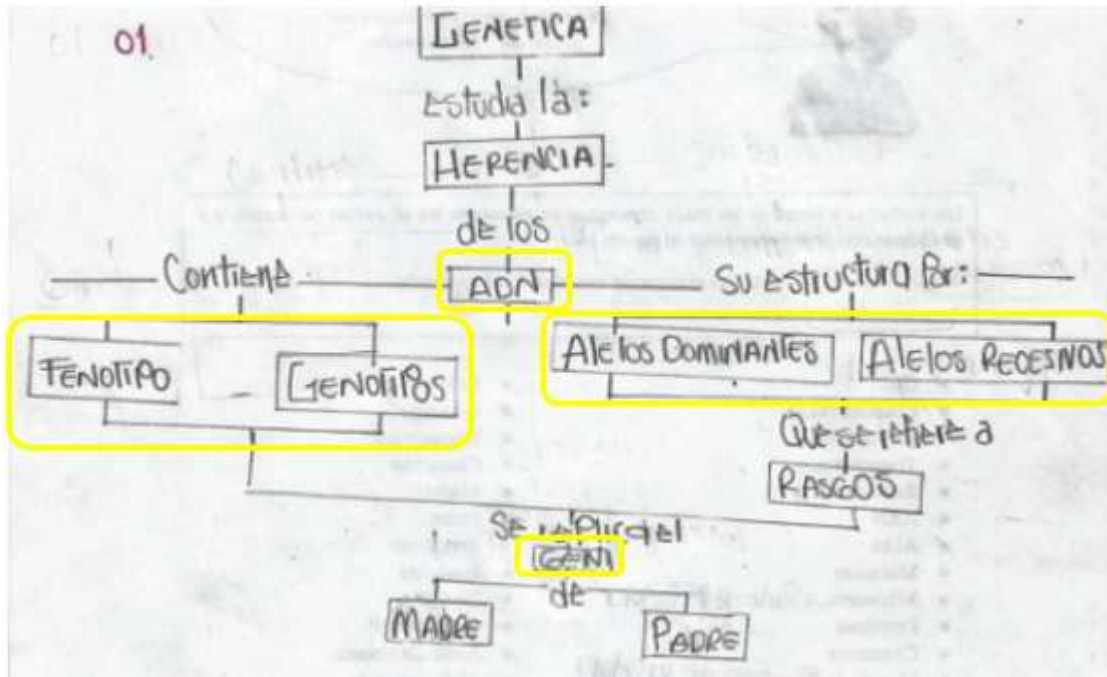


Figura 12. Mapa conceptual realizado por el estudiante E4.

A partir de las distintas relaciones que establecieron los estudiantes en sus representaciones, el caso E1 menciona conceptos de la genética, pero no logra hacer una relación coherente y acertada de estos mismos en relación con el objeto de estudio de la genética, por otro lado, E2 establece relaciones centradas en la expresión fenotípica, que son acertadas con lo que es realmente la definición de estos términos, sin embargo, carece del uso de ejemplos o conceptos asociados que amplíen el horizonte conceptual del estudiante. Igualmente, el caso E3 presenta dificultades, manifestadas en la confusión entre fenotipo y genotipo. Por último, el caso E4 presenta dificultades al pensar que al interior del ADN está el fenotipo y genotipo o que la estructura del ADN está limitada por alelos dominantes y recesivos.



Si bien los conceptos que recogen los estudiantes en sus mapas dan evidencia de ideas erróneas de los temas que están vinculados al campo de estudio de la genética, no hay que desconocer que los conceptos asociados a la genética suelen ser complejos. Al respecto Caballero & Armenta (2008) mencionan que se han detectado confusiones e interpretaciones incorrectas en el significado de la terminología específica de la genética, además, cita a otro autor que soportan esta idea. Con lo expuesto anteriormente, podríamos decir que esta afirmación parece ser cierta por lo menos desde las relaciones que establecen los estudiantes en este primer mapa conceptual.

### **9.1.3 Asuntos relacionados con la bioética**

Para el desarrollo de esta categoría, se indaga con los estudiantes acerca de la definición del concepto de bioética, al respecto, todos los casos mencionaron que se trata de la ética y su relación con la vida, pero al momento de pedirle ejemplos no reconocen eventos o situaciones que puedan usar para ejemplificarlas.

Debido a esta situación se presenta en el instrumento inicial un caso que intenta reconocer la postura inicial de los estudiantes sobre asuntos relacionados que involucran a la genética y un posible asunto bioético, el cual se enmarca en una temática específica “manipulación genética: salud humana y alimentos”.

Desde sus ideas previas, los estudiantes toman una postura frente a un tema específico como son los organismos genéticamente modificados, donde dos de cuatro de los casos





analizados, inicialmente, estaban de acuerdo con el uso de la manipulación genética, uno guardaba una postura neutral y el último se mostraba en desacuerdo (ver tabla 5).

**Tabla 5:** Posturas iniciales de los estudiantes.

<b>Estudiantes</b>	<b>Postura inicial</b>
E1	<i>No, esa manipulación genética suena más a condiciones de mercadeo y económicas que al bienestar del ser humano</i>
E2	<i>Estoy de acuerdo que utilicen la genética para mejorar los alimentos, pero tampoco exceder su uso porque ya los alimentos consumidos no serían naturales sino con muchas modificaciones.</i>
E3	<i>Estoy neutral, porque por un lado pueden ser un medicamento para alguna enfermedad, por otro lado una de las cosas más naturales que tenemos como las frutas ya no lo serían porque tendrían conservantes.</i>
E4	<i>Estoy de acuerdo porque se mejora el alimento, además se crean nuevos vegetales que podrían servir como medicamento, ayudar a nuestro organismo, da paso a muchas cosas. Pero nos plantea que llega a ser difícil porque nuestro cuerpo está adaptado a los componentes del vegetal teniendo un rechazo y siendo más difícil aprovechar la genética pudiendo llegar a complicaciones.</i>

Las diferentes posturas que toman los estudiantes, donde vinculan el uso de los organismos genéticamente modificados por completo al beneficio de la especie humana, dan cuenta de una mirada antropocéntrica, lo cual muestra una carencia en el entendimiento del impacto que tales organismos generan sobre otros factores que no relacionan de manera

directa a las actividades humanas, tales aspectos pueden estar relacionados al ambiente y a la afectación de la diversidad. En palabras de Molina:

*“La Bioética se interesa por todos los aspectos de la vida. Cada día se fortalece y los académicos impulsan con vigor la necesidad de preparar a los ciudadanos, al hombre de la calle para enfrentar temas bioéticos universales que nos incumben a todos: a la comunidad científica, a las familias en su vida privada, a los profesionales de la salud y a los políticos”* (2011, p 114)

Con base en lo anterior, podría afirmarse que los estudiantes asumen posiciones conservadoras, en el sentido en que realizan afirmaciones positivas, pero inmediatamente utilizan condicionales para mirar el asunto desde otras perspectivas como es el caso del estudiante E2 quién pareciera estar de acuerdo con el tema, pero inmediatamente aclara que no se debe exceder su consumo. Finalmente, ideas relacionadas con la enfermedad, el bienestar, la salud e incluso el mercadeo son indicios positivos de que sin necesidad de utilizar directamente el concepto bioética o sus principios, intentan pensar de manera crítica respecto al caso propuesto.

#### **9.1.4 Lanzamiento**

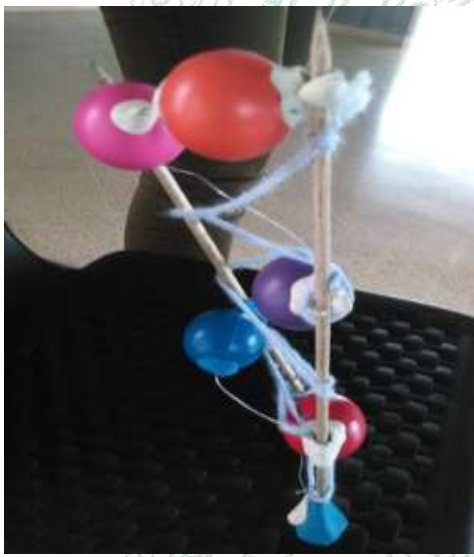

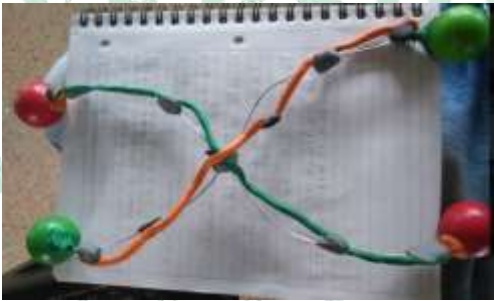
En esta actividad se propuso a los estudiantes construir una molécula de ADN (ver tabla 6).

Con el fin de que servir de insumo adicional para indagar ideas alternativas de los estudiantes sobre el tema objeto de estudio, en este caso en particular sobre el concepto ADN, al respecto, se observó que estos tienen ideas erróneas acerca del ADN y su forma



(de cruz, de escalera y de sendero curvo), pues no conciben y por lo tanto no representan la forma adecuada al modelo científico, esto se debe al acercamiento que tienen con la estructura que usualmente aparece en los libros de texto, tal y como lo afirman (Íñiguez & Puigcerver, 2013, P, 308) algunos aspectos confusos y las concepciones de los alumnos, en algunos casos derivan de los libros de texto.

**Tabla 6:** Representación de la molécula de ADN.

 <p>Representación del grupo G1 sobre la molécula de ADN</p>	 <p>Representación del grupo G2 sobre la molécula de ADN</p>
 <p>Representación del grupo G3 sobre la molécula de ADN</p>	



También se les dificulta representar los 4 nucleótidos que componen el ADN, algunos afirman que *“El ADN contiene dos elementos importantes como es el fenotipo y genotipo”* G3; igualmente el grupo G1 resalta la presencia del fenotipo y genotipo, afirmando que *“el fenotipo son los genes que se manifiesta físicamente, mientras, el genotipo son todos los genes”*. Al momento de la selección de los materiales no parecía ser intencionada, pues tomaban de todos los materiales y a la hora de realizar la representación no los utilizaban completamente de manera sistemática o siguiendo una ruta que indicara, además, tomaban materiales de colores diferentes para diferenciar fenotipo y genotipo, por último, se observó que algunos grupos intentaron modificar sus modelos al observar el trabajo de otros grupos.

## 9.2 DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO

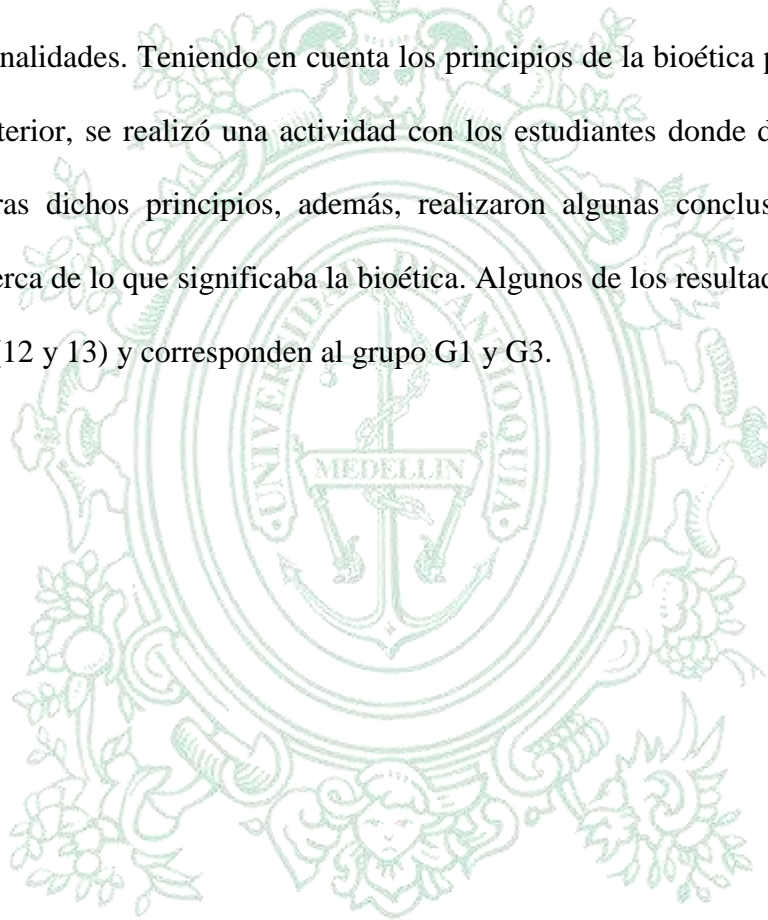
En la actividades principales se presenta la información de manera grupal, dado de que unas de la habilidades que se pretende propiciar en el proyecto fue el trabajo en equipo, además, estas actividades aportaron información a para cada uno de los casos, los cuales se encontraban organizados en los grupos (G1:E1, E2) y (G3:E3, E4).

### 9.2.1 ¿Qué es la bioética y para qué sirve?

Posteriormente al lanzamiento, se realizó en la clase de ética una actividad indagatoria sobre qué es la bioética, realizada después de hacer lectura del documento de Molina (2011)



titulado “¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera, la cual tenía como propósito discutir en grupo acerca de la definición de bioética expuesta en el documento. Los estudiantes reconocieron algunas de las disciplinas que la apoyan, sus problemas y finalidades. Teniendo en cuenta los principios de la bioética planteados en el documento anterior, se realizó una actividad con los estudiantes donde definían con sus propias palabras dichos principios, además, realizaron algunas conclusiones sobre su percepción acerca de lo que significaba la bioética. Algunos de los resultados se presentan en las figuras (12 y 13) y corresponden al grupo G1 y G3.





### Conclusión

Esto nos muestra que la bioética es la combinación perfecta entre la ciencia y lo moral, teniendo en cuenta la seguridad del proceso en caso de que el ser humano se vea involucrado al 100% la dignidad, los beneficios, y que no ocurran efectos secundarios están asegurados.

Figura 13. Los principios de la bioética y su definición, grupo de trabajo G1



### Conclusión

Podemos concluir que la bioética es la estrecha relación de la ética y la ciencia, y la falta del conocimiento de la bioética da problemas que está tratando de solucionar como la superpoblación. Mezclando los principios que es un importante papel para la sociedad

**Figura 14.** Los principios de la bioética y su definición, grupo de trabajo G3.

Por consiguiente, esta actividad sobre los principios de la bioética, permitirá luego vincularlos con temas como la manipulación genética abordado en las clases de ciencias naturales utilizando el debate como una estrategia para que los estudiantes identifiquen aspectos sociales en las cuestiones científicas.



### 9.2.2 Charla con el experto

Una de las características del ABPy es la conexión con el mundo real, es por ello que se recurre a personas expertas en los temas tratados, en este sentido, se trabajó con una bióloga experta con los estudios en genética de la Universidad de Antioquia, de los casos de análisis se lograron rescatar los siguientes asuntos propios de esta actividad:

G1: *“Mencionó que los cerdos pueden dar trasplantes del corazón, hígado... a los seres humanos”*

G2: No expresaron asuntos específicos.

G3 *“Esta conferencia fue de gran utilidad porque ayudó a expandir la investigación de la genética que veníamos manejando, abrió nuevos conocimientos, términos, que dan paso a una investigación más profunda de enseñanzas.”*

En términos generales el interés fue poco al igual que la participación de los estudiantes al momento de realizar preguntas; sin embargo, se esperaba que la reseña que realizarán en la clase de lengua castellana, entregara más pistas respecto a lo que significó esta visita para ellos.

### 9.2.3 Laboratorios

Se realizaron dos prácticas de laboratorio; la primera denominada “cromosomas politénicos” cuyo propósito fue identificar y observar súper empaquetamientos de ADN



que se dan en las larvas de la mosca de fruta (*Drosophila melanogaster*), los resultados obtenidos apuntan a cuestiones como:

- El interés por la forma de los cromosomas.
- El uso del microscopio para la observación.



Imagen 1. Estudiantes en el laboratorio de cromosomas politénicos.

De acuerdo con Rosemberg (2014), los recursos didácticos que incluyen imágenes externas (dibujos, esquemas, gráficas y fotografías) ocupan un papel importante debido a la naturaleza de su contenido, ya que permiten mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no pueden observarse directamente.

El segundo laboratorio (Extracción de ADN), se dificultó por fallas en la convivencia de los estudiantes, derivada en el mal uso de los materiales e instrumentos, no se logró el propósito de articular las clases dirigidas por el maestro con la experiencia realizada en la actividad. Algunas de estas dificultades fueron:

1 8 0 3



- Por la diferencia de tiempo de espera entre un proceso y otro se aprovechaba para jugar con los diferentes materiales que tenían a disposición (tomate y jabón).
- No se le dio el debido manejo a los distintos residuos vegetales, pues algunos aprovechaban y se los comían con sal.
- Siendo los grupos de 6 integrantes estos optaron por repartirse el trabajo, así mientras unos trabajaban los demás conversaban.
- Los estudiantes no reconocían a los practicantes como una figura de autoridad.



**Imagen 2.** Estudiantes en el laboratorio de extracción de ADN vegetal.

### 9.2.4 Bebés a pedido

Después de reconocer las características y realizar los laboratorios descritos anteriormente, se realizó una actividad titulada “bebés a pedido: el problema ético de la competitividad genética” en la cual los estudiantes tuvieron la posibilidad de formular preguntas, entrevistas a la comunidad y tabular los resultados, además de relacionar la temática propuesta con los principios de la bioética. El propósito de esta actividad fue evidenciar la apropiación conceptual y el dominio de terminología abordada en las clases



magistrales en relación con la genética. Igualmente se refleja una postura frente a los diversos temas que vinculan los avances científicos con la sociedad, demostrando así, el carácter interdisciplinar de la bioética, en las tablas 7 y 8, se presentan los resultados para los grupos G1 y G3.

**Tabla 7:** Encuesta realizada por el grupo G1 sobre manipulación genética.

<b>PREGUNTA</b>	<b>PRINCIPIOS</b>
¿Cree que la modificación genética formaría una generación con condiciones más aptas para la supervivencia?	<b>Beneficencia</b> El beneficio es alto, se busca mejorar los aspectos como la inteligencia, un talento o el aspecto físico. También busca eliminar enfermedades que se pueden diagnosticar antes del nacimiento.
¿Estarías dispuesto a someter un embrión a una modificación genética?	<b>No maleficencia</b> También trae sus consecuencias, es un proceso que no es 100% seguro que puede traer repercusiones graves y daños al embrión/feto
¿Consideras que bajo el CRISPR se perdería la diversidad genética?	<b>Autonomía</b> Respetar las decisiones de los padres, pero no de los hijos, al final puede que estas decisiones no respeten los intereses de la vida adulta de los seres modificados.



¿Consideras que por medio de la modificación genética se podría empeorar alguna enfermedad?

**Justicia**

Este principio se ve vulnerado, la práctica de la modificación genética podría ser implementada por familias con otros recursos económicos

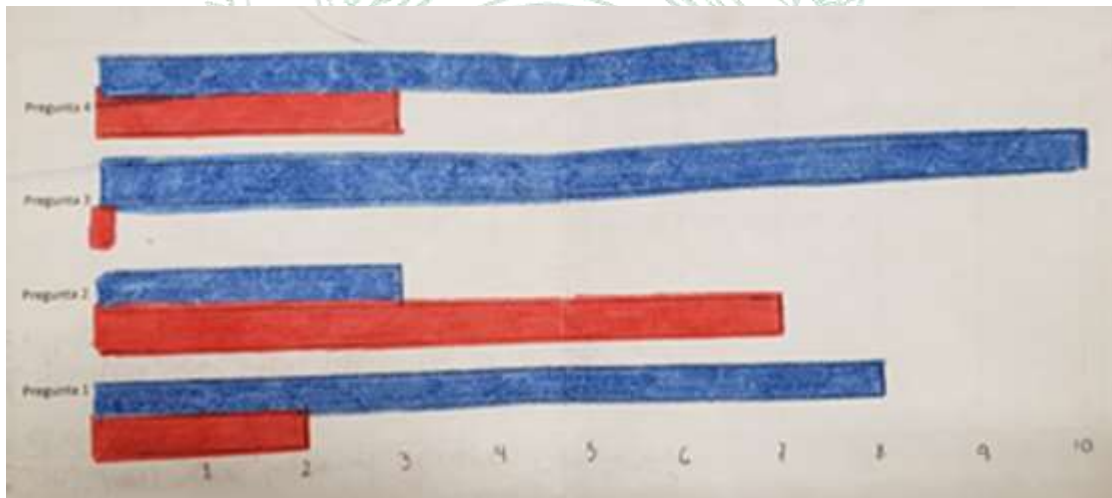
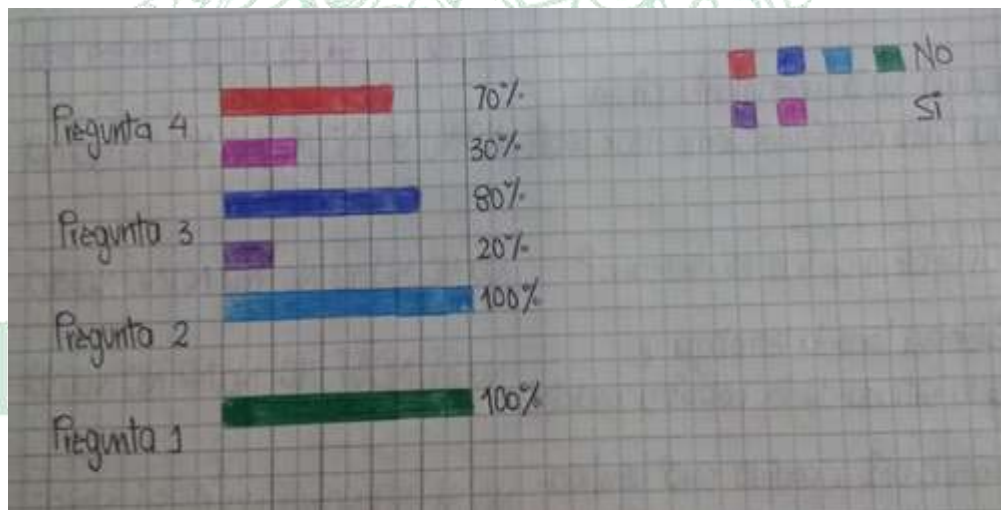


Tabla 8: Encuesta realizada por el grupo G3 sobre manipulación genética.

PREGUNTA	PRINCIPIOS
¿Estás de acuerdo con la experimentación en humanos para fines no médicos como crear bebés a pedido?	<p><b>Beneficencia</b></p> <p>Lo cumple, ya que ayuda a el bebé un avance con su desarrollo más rápido de lo normal, que puede utilizar para el beneficio de él y los demás</p>



<p>¿Crees que un bebé a pedido es necesario?</p>	<p><b>No maleficencia</b></p> <p>Lo cumple, él bebe tiene la posibilidad de ser más inteligente, pero, perdería el interés en algo ya que lo entiende muy fácil y no considera el estudio como algo necesario. Y existiría más personas sin oficio</p>
<p>¿Crees que en Colombia tiene la tecnología y recursos para la entrada de los bebés a pedido?</p>	<p><b>Autonomía</b></p> <p>No lo cumple, desde el momento que se modifica el gen del bebé se le priva su derecho de escoger, porque el bebé no tiene opinión sobre este tipo de elecciones</p>
<p>¿Crees que tener bebés a pedido será beneficiario para el futuro de la especie humana?</p>	<p><b>Justicia</b></p> <p>No lo cumple, ya que existirá gente con más ventajas por el estrato social, por lo tanto, no estaríamos en las mismas condiciones. Y esto infunde en todo, lo que se maneje en nuestras vidas</p>



### **9.3 INSTRUMENTO DE IDEAS FINALES**

Este instrumento se aplicó al terminar el proyecto, con el fin de conocer el progreso de los estudiantes sobre el aprendizaje de genética, para ello se les proporcionó una serie de conceptos relacionados con el tema, con los cuales construyeron un mapa conceptual, además, se les proporciona un caso donde demostraron su postura frente a la modificación de organismos y por último se les presenta los principios de la bioética donde desarrollaron su pensamiento con base a las actividades propuestas durante el proyecto.

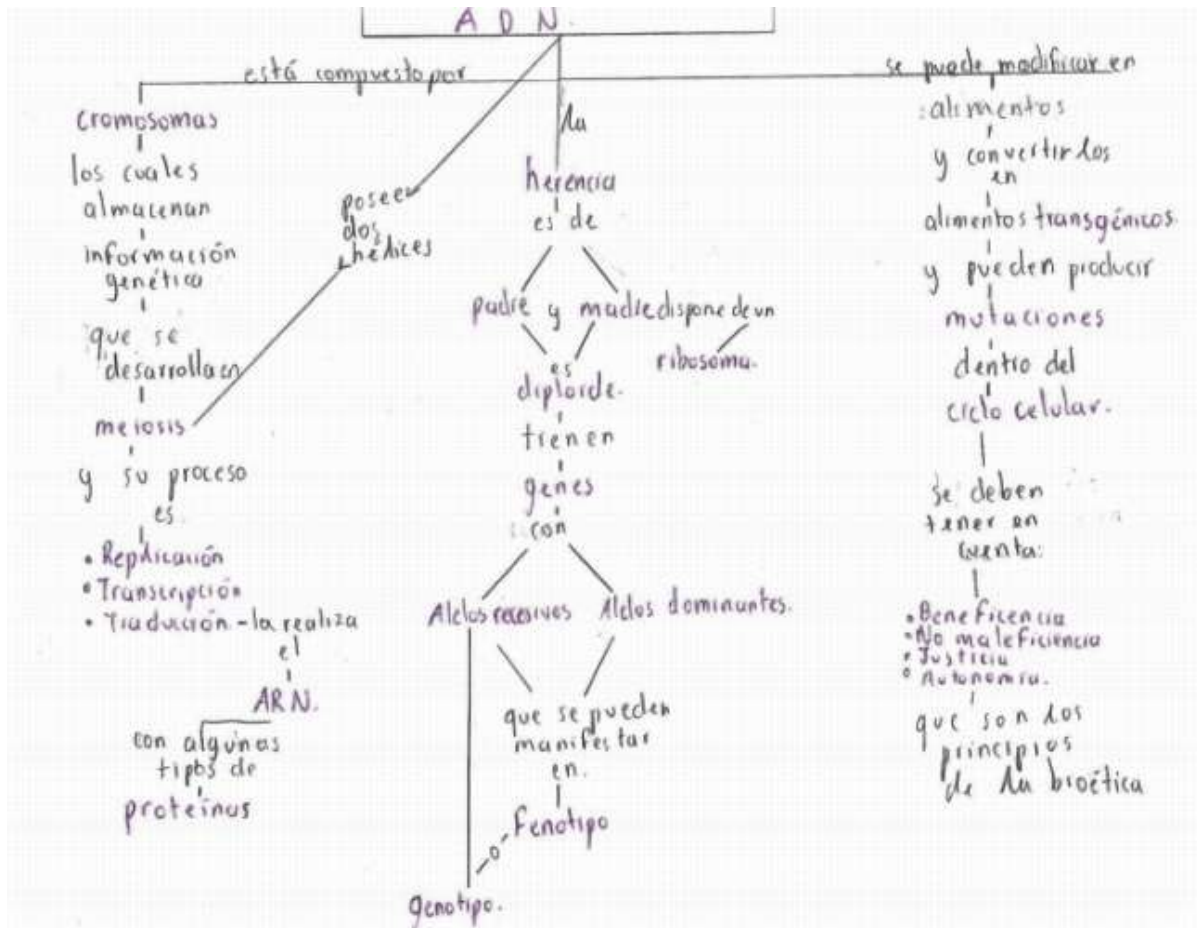
#### **9.3.1 Definiciones del concepto de genética**

Caso E1: El estudiante no establece una definición para el concepto genética; sin embargo, resulta interesante notar como su explicación por parte del concepto ADN y su relación con asuntos como la herencia, los cromosomas y las modificaciones genéticas. Aunque son conceptos pertenecientes a otra categoría serán ampliados posteriormente.

(Figura 16)

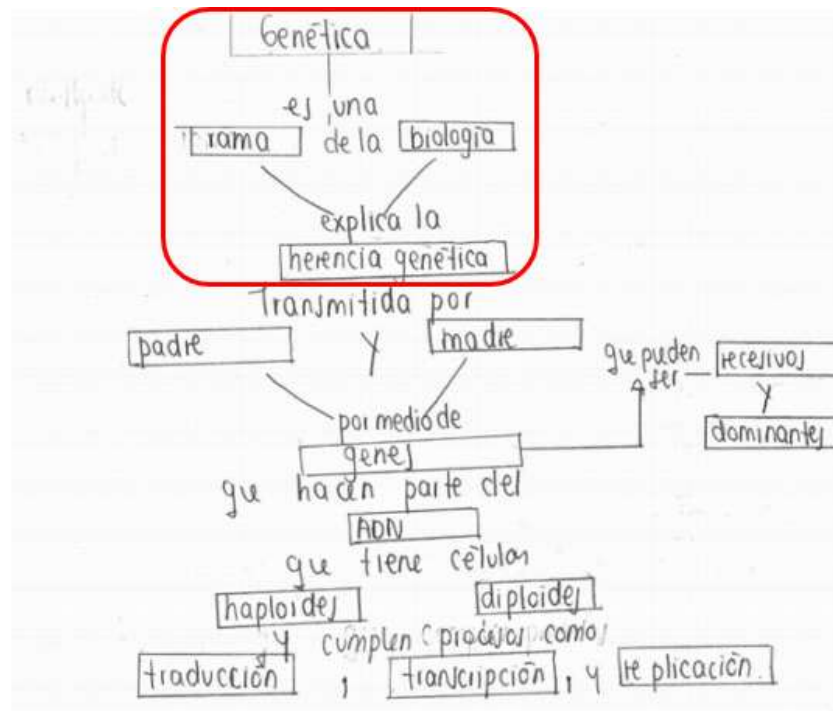
**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**Figura 17.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E1.

Caso E2: El estudiante representa en el mapa conceptual una definición del concepto como “La genética es una rama de la biología que explica la herencia genética” (figura 17), lo que resaltó en la entrevista, expresando “Empecé con el título genética, porque es lo que abarca todos los conceptos que tenemos para construir el mapa”. Esto permitió, evidenciar la transformación de la definición del concepto genética que presentaba inicialmente la cual solo estaba asociada a la herencia del padre y la madre.



**Figura 18.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante (E2).

Caso E3: El estudiante define la genética en el mapa conceptual como “*El ADN tiene componentes como el gen y el ARN*” (ver figura 18), lo que confirma en la entrevista dice que lo mismo “*El ADN está compuesto entre muchos componentes, uno de ellos sería el gen y el otro el ARN*” en comparación con el instrumento de ideas previas, se nota una diferencia en su definición, pues en éste solo referenció que se daba por el padre y la madre.





**Figura 19.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E3.

Caso E4: El estudiante esquematiza en el mapa conceptual “la genética estudia el gen” (ver figura 20) lo que confirma con la entrevista diciendo “lo relacione primero que todo con el gen y de la ubicación del gen puede mezclar los términos que son el ADN y el cromosoma”, notándose un avance en el instrumento inicial en el cual decía que “la genética estudia la herencia de los ADN” donde sólo relaciona la genética con la herencia.

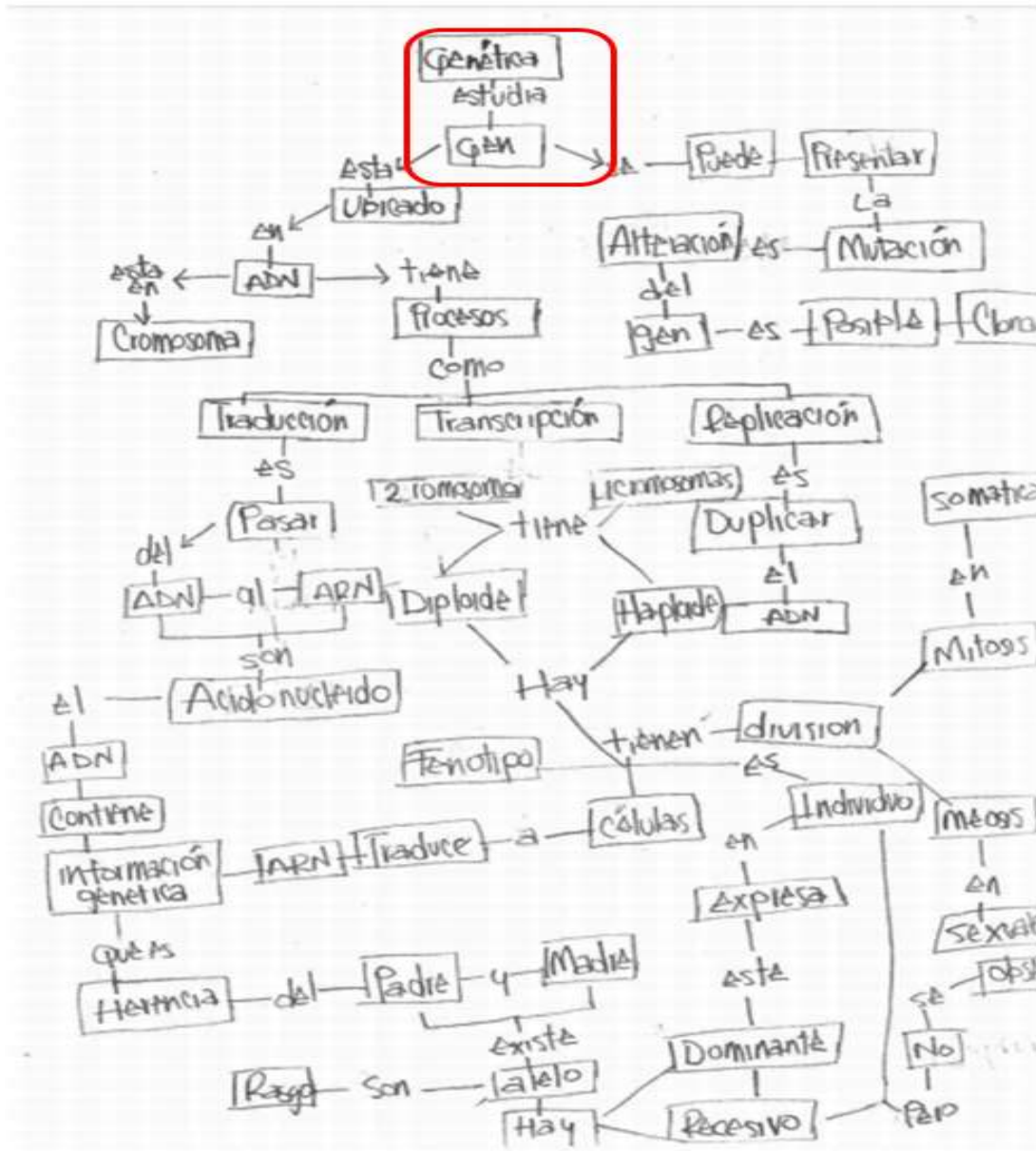


Figura 20. Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E4

A partir de todas las relaciones que se dieron en el instrumento de ideas finales por los casos, se evidencia que la definición tomó un argumento más fuerte en comparación con el



instrumento de ideas previas, además se resalta el uso de conectores que dirigen las distintas definiciones que van plasmando en su representación, en comparación con el inicio, donde los conectores eran muy escasos.

Es importante resaltar algunas cuestiones encontradas al revisar los conectores utilizados por cada uno de los casos, así:

- E1. “El ADN está compuesta” “posee dos hélices” “se puede modificar”
- E2. “Es una” “explica la”
- E3. No utiliza conector
- E4. “Estudia” “está ubicado” “puede presentar”

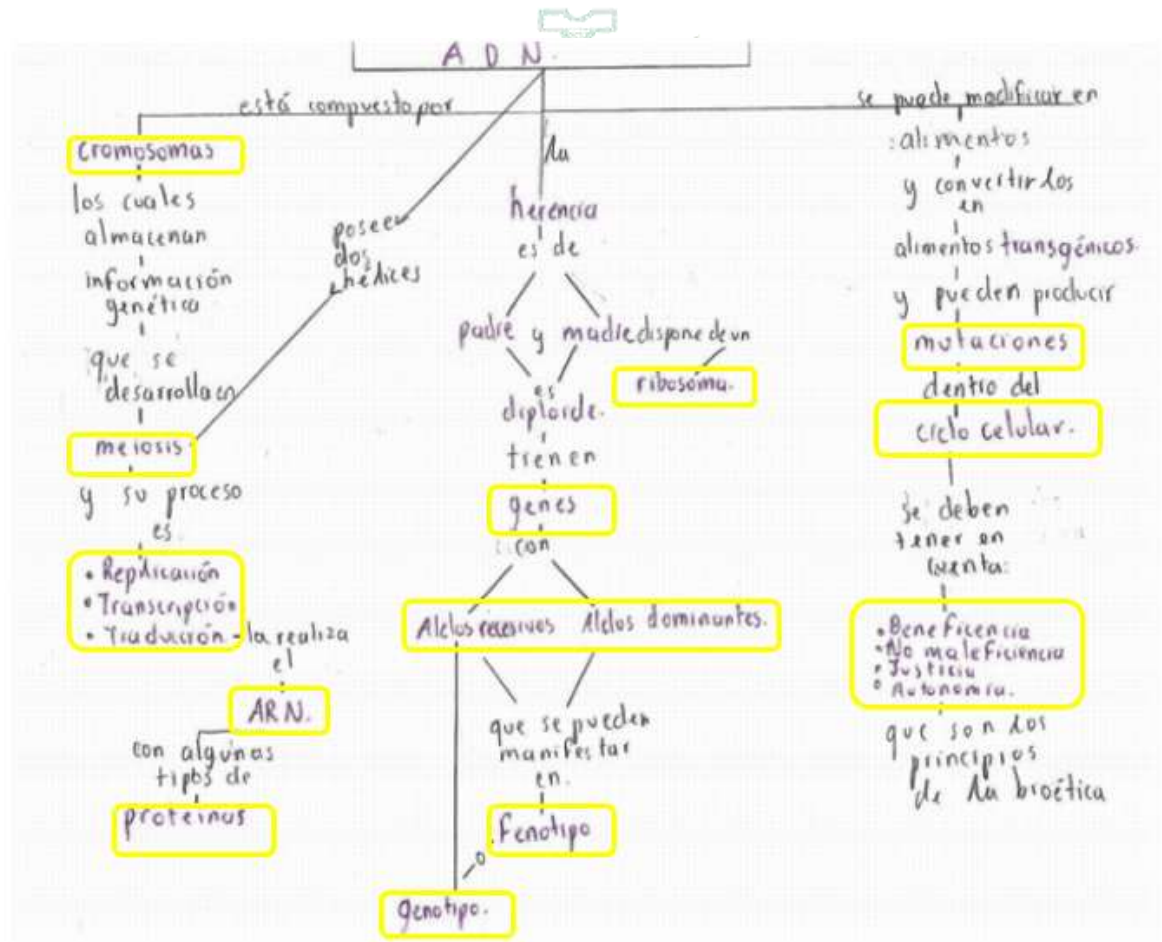
Estos conectores indican un mayor nivel de identificación de factores asociados a la genética, sin embargo, el caso E3 para esta categoría aún no utiliza conectores que permitan hacer una interpretación de la manera como asocia los conceptos.

### **9.3.2 Conceptos asociados a la genética**

Con respecto a la aplicación de las distintas actividades, se evidenció la integración de nuevos conceptos en la construcción de los mapas conceptuales; algunos de estos son ARN, replicación, transcripción, traducción, entre otros.

Caso E1: el estudiante realizó una construcción donde además de incorporar conceptos, estableció relaciones, algunas de estas son: “*Los cromosomas almacenan la información*”

genética” y “las mutaciones se dentro del ciclo celular” identificó los niveles para la síntesis de proteínas “su proceso son replicación, transcripción traducción”.



**Figura 21.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E1.

Caso E2: el estudiante considera la organización del ADN por medio de los genes; detalló que los genes son dominantes y recesivos “genes pueden ser dominantes y recesivos”; identificó los tipos de células “haploide y diploide” y reconoció los procesos de síntesis de proteína “replicación, transcripción y traducción” (ver figura 21). Contrario a lo ocurrido con sus ideas iniciales que se enfocaba hacia la herencia.

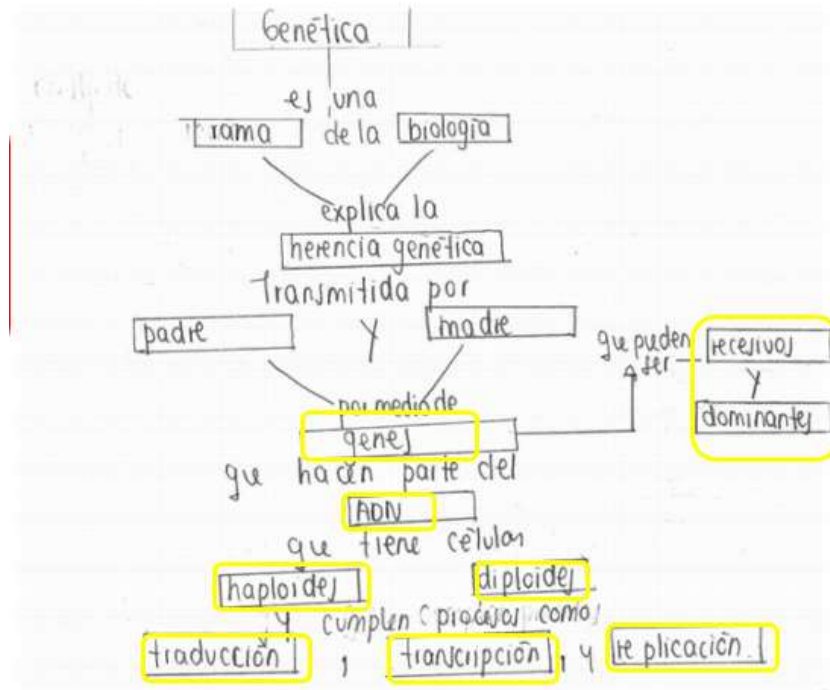
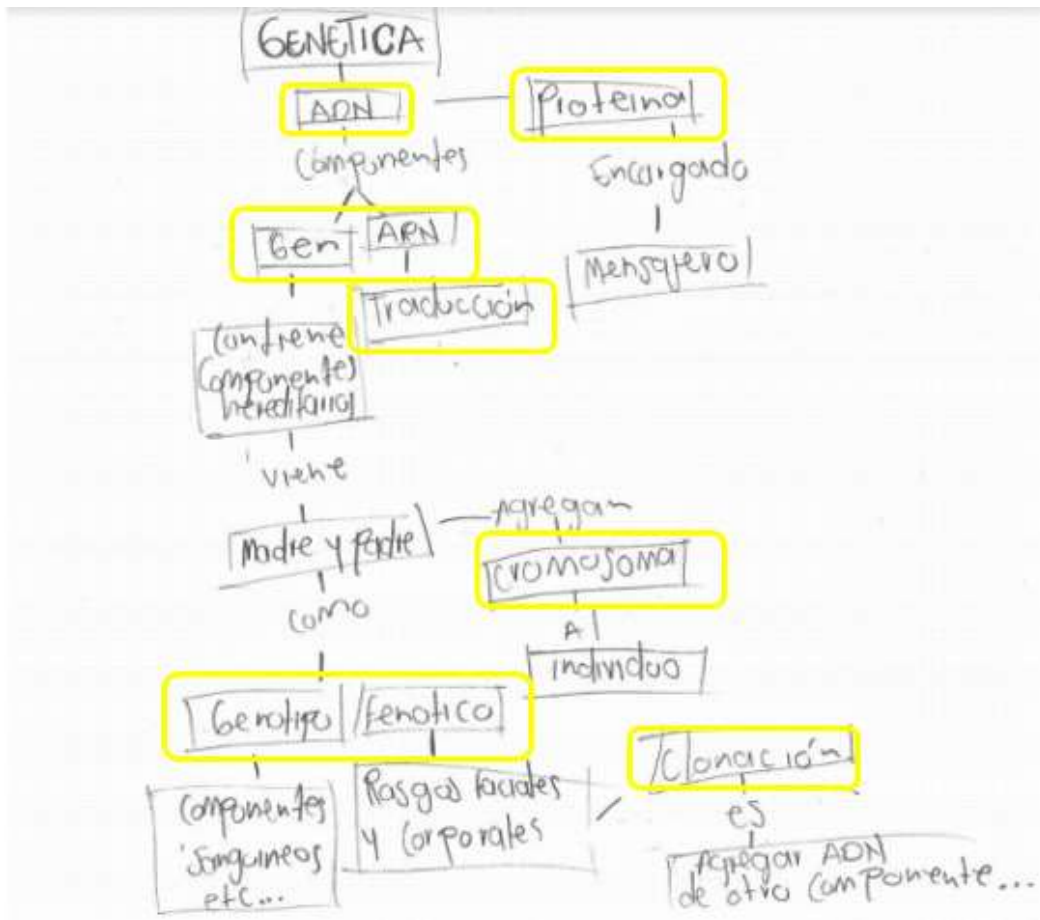


Figura 22. Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E2.

Caso E3: El estudiante logró incorporar conceptos que al inicio no utilizaba en su representación, además, dijo que “el ADN tiene proteínas y está compuesto por gen y arn, este a su vez se traduce”, identificó que hay “fenotipo y genotipo”, además reconoció que hay un proceso llamado “clonación” (ver figura 22).



**Figura 23.** Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E3.

Caso E4: El estudiante reconoció que “el ADN y el ARN son ácidos nucleicos, a su vez el ARN sufre procesos como replicación, transcripción y traducción” también esquematizó células “haploides y diploides”, además estableció que las células “somáticas se dividen por mitosis”, por último identificó “la bioética tiene principios” los cuales enunció en su esquema. (Ver figura 23-24)

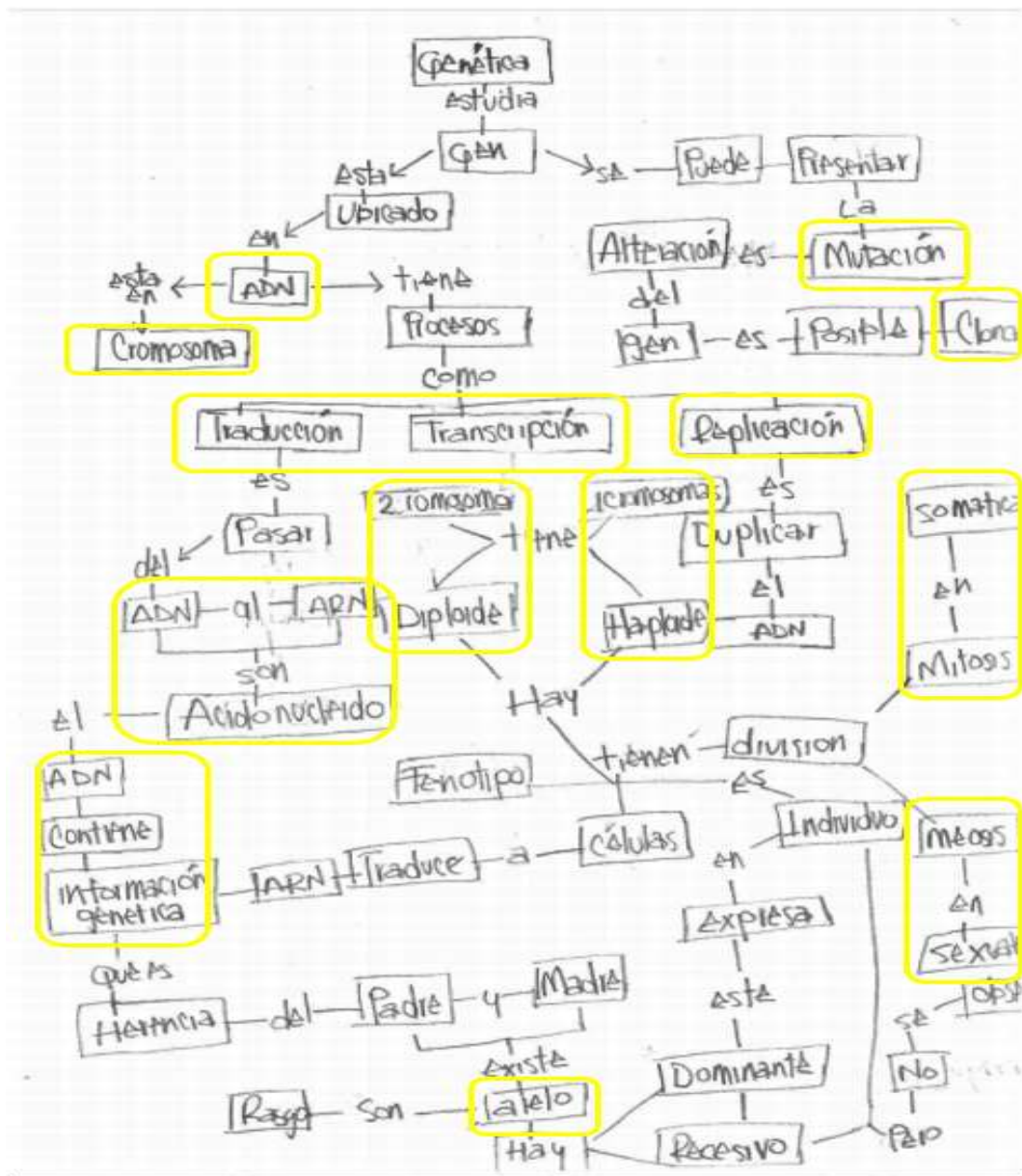
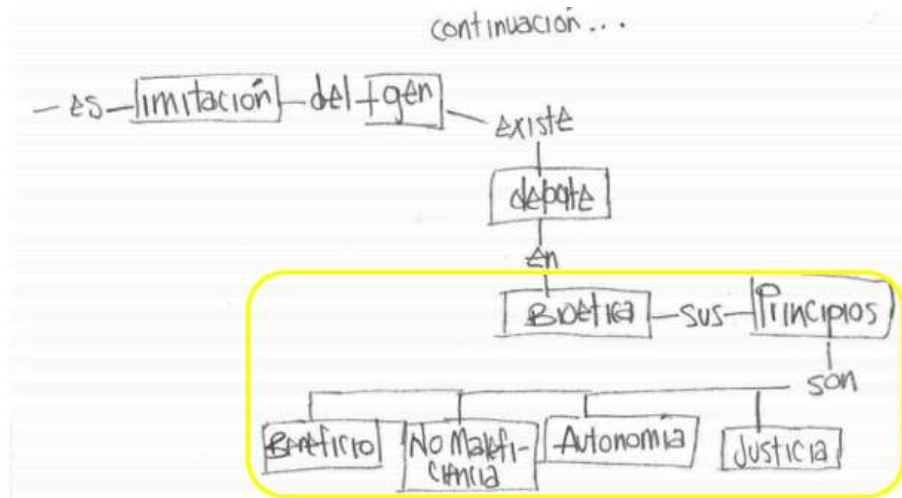


Figura 24. Mapa conceptual realizado en el instrumento de ideas finales del estudiante E4.



**Figura 25.** Continuación del mapa conceptual del estudiante E4.

Después de revisar los asuntos anteriores, se logra inferir la existencia de evidencias de aprendizaje que se relacionan con una mayor interacción entre conceptos, la incorporación de nuevos conceptos y el uso de algunos ejemplos, que eran escasos en el instrumento inicial, además, algunos de los asuntos trabajados en las actividades de la bioética son incorporados en los mapas.

Algunas de estas relaciones aún presentan dificultades desde la conceptualización científica, como:

E1: “La madre dispone de un ribosoma”

E2: “los genes pueden ser recesivos o dominantes”

E3: “El padre y la madre agregan cromosomas al individuo”

E4: “El ADN pasa al ARN son ácidos nucleicos”

Si bien estas cuestiones tienen dificultades de fondo con lo definido en el campo científico, resulta interesante que los estudiantes hayan intentado acercarse a estos asuntos.



Además, el aprendizaje significativo no se logra solo por la aplicación de un proyecto y es algo que requiere de un tiempo mayor, lo que sí es evidente es que las relaciones conceptuales aumentaron y existen las evidencias de estos avances materializados en las actividades y los mapas generados.

### 9.3.3 Asuntos relacionados con la bioética

A continuación, se presentan las respuestas de los estudiantes frente al caso propuesto en el instrumento inicial sobre manipulación en alimentos, con el propósito de buscar evidencias de cambios o nuevas relaciones en sus argumentos, para poder comparar cómo evolucionó su postura frente a estos tipos de temas, donde se relacionan asuntos bioéticos y que en este caso se enmarca en una situación propia de la genética como “la manipulación genética: salud humana y alimentos”.

Los casos manifiestan desacuerdo frente a lo propuesto en el caso, sus respuestas se presentan en la tabla 9.

**Tabla 9:**

*Posturas finales de los estudiantes sobre el caso propuesto. Instrumento final.*

<b>Estudiantes</b>	<b>Postura final</b>
E1	<i>No, para tocar el primer punto esto le da mala fama a la genética y el valor nutricional o nuevo componente podría afectar a la salud del humano</i>
E2	<i>La verdad a no estoy de acuerdo con las modificaciones genéticas a los alimentos, porque los seres humanos no son capaz de hacer algo y cómo van a ver que modifican los alimentos va a ser un buen negocio, lo siguen haciendo y al final terminamos comiendo alimentos creados por máquinas y no naturales.</i>



E3	<i>No estoy de acuerdo ya que es riesgoso de algún otro modo a la persona que lo consume, ya que no hay una debida experimentación antes de hacerlo. Además, modificar los alimentos no deja desarrollarlos adecuadamente.</i>
E4	<i>No estoy de acuerdo, porque existe el suficiente alimento para q´ toda la humanidad pueda alimentarse. Entonces no lo veo necesario. Además es muy riesgoso porque aún no se experimentado bien.</i>

A partir de lo anterior, se puede evidenciar que los estudiantes en sus argumentos, parecen abandonar la mirada antropocéntrica que prevalecía en el instrumento inicial. Lo diferente es que abandonaron la visión positiva que tenían los asuntos que consideraban interesantes respecto a este caso, transformando su postura inicial e interesándose por el bienestar del ambiente en general, tomando no solo los alimentos sino también otros organismos vivos, además se preocupan por su salud.

#### **9.3.4 CIERRE DEL PROYECTO**

Posterior al instrumento de ideas finales, los estudiantes le presentaron a la comunidad educativa su producto final, para esto se realizó un evento llamado feria de sitios Web; donde cada grupo de trabajo expuso su página contando como lo realizaron y enseñando el contenido del mismo. A continuación, se presentan algunas imágenes de los sitios. (Figuras 25, 26 y 27)

G1:<https://oquendo0606.wixsite.com/misitio/inicio>



Figura 26. Imagen del sitio web del grupo G1.

G2: <https://mateograjalesmoren.wixsite.com/cienciasnaturales>



Figura 27. Imagen del sitio web del grupo G2.

G3: <https://duartefranchiiz.wixsite.com/genetica>



**Figura 28.** Imagen del sitio web del grupo G3.

Esta actividad se realizó con el fin de mostrar los temas abordados en las clases de biología, ética y valores con el propósito de evidenciar los temas que fueron relevantes para los estudiantes, rescatando el interés de ellos por algunas particularidades genéticas como es el grupo G1 quienes se interesaron por las variantes que tiene el iris en los seres humanos, también, el grupo G3 los cuales rastrearon la tecnología del ADN recombinante y sus posibles aplicaciones en la vida real.

Igualmente, se presentaron otras evidencias de aprendizaje de los estudiantes, donde construyeron un sitio web aplicando las diferentes herramientas tecnológicas que tenían a su alcance (podcast, fotos, videos, entre otros), además de esto, articularon las distintas actividades del proyecto con diferentes temáticas referentes a la genética.

## **10 CONSIDERACIONES FINALES**

A partir de la aplicación del proyecto, han mejorado en ciertas cosas, pero aún es necesario mejorar en alguna de las relaciones que ya fueron descritas en el apartado de análisis, además, se observó un acercamiento al concepto de la genética, puesto que lo definen y reconocen como objeto de estudio, igualmente, los estudiantes lograron relacionar los principales conceptos e interpretar sus definiciones.

En relación a los distintos resultados que se obtuvieron, se puede resaltar el ABPy como estrategia, dado a sus características y su interdisciplinariedad hace que el conocimiento fluya de manera acorde y observada desde varios aspectos, no solo desde la disciplina sino también desde otros puntos de vista.

Aprovechando la diversidad de elementos que presenta el ABPy, la charla con el experto generó una asociación de conocimientos teóricos con lo trabajado en el laboratorio (aplicados), así se logró un mayor aprendizaje y una no centralización del conocimiento que permitió a los estudiantes observar en ámbitos diferentes.

A partir de las distintas actividades realizadas para reconocer que los aspectos de la bioética fueron productivos, se da por medio de los discursos, respuestas y ejemplos que lograron dar al final, se notó que su aprendizaje se centró en asuntos específicos como su impacto en el hombre y la tierra.



De igual manera, los estudiantes lograron fortalecer habilidades como la creatividad, el trabajo cooperativo, también, lograron poner en práctica sus conocimientos para crear y diseñar sitios web, además, de mejorar sus conocimientos y sus habilidades computacionales en el área del diseño, les facilitaron la selección de la forma y aspecto para crear su página, la estructura y el orden que consideraban debía tener el sitio web para que fuera más llamativo, útil y de fácil manejo. Pero lo más importante fue la selección que realizaron de la información, la cual fue acorde con los propósitos del proyecto y atendió a las exigencias que cada grupo se hizo para su elaboración.

Con respecto a los estudiantes se observó una mejoría en las relaciones conceptuales que establecieron sobre la genética, sobre los diferentes procesos realizados durante toda la implementación del proyecto, esto se evidenció al comparar el instrumento de ideas previas y finales:

Caso E1, se evidenció un acercamiento a la genética, dado a que el estudiante relacionaba la genética con la expresión fenotípica y no como un área que tiene en cuenta diversos aspectos como la manipulación, por el contrario en el instrumento final, donde ya reconoce las diversas aplicaciones que se dan en cuanto a la alimentación y la salud, esto a su vez se logró por la relación que se le da con la bioética y el aspecto social que brinda.

Caso E2, al inicio manifestó poca disposición por el proyecto, a causa del desinterés que le generan las ciencias naturales especialmente la biología, sin embargo, al finalizar la propuesta el estudiante expresó “*Gracias por despertar ese gusto por las ciencias*”. Se



considera que este acercamiento se debe al ABPy, ya que permite trabajar equipos contruidos por personas con diferentes habilidades, además, de integrar distintas áreas del saber. Igualmente, esto se puede evidenciar en el instrumento de indagación de ideas, donde su elaboración inicial no tenía mayor conocimiento de la genética, por el contrario, en el final, estableció una definición verídica y exacta, además de tener una visión general del área.

Caso E3, partiendo de los distintos resultados, se observó que en comparación con el inicio, el fortalecimiento conceptual es más amplio en su instrumento de ideas finales, por consiguiente, se nota un aprendizaje valioso cuando su última representación acoge muchos más términos y con mayor propiedad que la inicial.

Caso E4, a nivel conceptual el estudiante presentó un acercamiento a la genética, puesto que sabe definir dicho término, al igual de relacionarlo con sus conceptos fundamentales; a partir de la intervención del proyecto se observó una apropiación conceptual principalmente en los procesos relacionados a la manipulación genética, lo que da cuenta de la relación entre la genética y la bioética, además, esto se evidencia en el instrumento de ideas finales donde articula los conceptos con los principios de bioética.

Con respecto a la construcción de los mapas conceptuales, se evidenció una mejoría en la elaboración final debido al uso de conectores; puesto que, en la realización de los mapas iniciales los estudiantes no hacía uso de ellos, además, establecieron relaciones



directas para indicar algo muy concreto, por el contrario, en la construcción final se contemplaron conectores con una intencionalidad clara, donde buscaban dirigir de manera específica cada nivel del mapa que construían.

Finalmente, se han alcanzado los objetivos propuestos por esta investigación al analizar el aprendizaje que lograron los estudiantes del grado noveno sobre la genética a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyecto (ABPy) para lo cual se ha clarificado en el apartado de resultados y análisis las concepciones alternativas de los estudiantes, se presentaron las evidencias de aprendizaje encontradas a través de las actividades del proyecto y se mostró algunas de las relaciones que los estudiantes realizan entre la genética y la bioética.

Es importante aclarar que esta investigación no pretendía clasificar a los estudiantes en aprendizaje significativo, por el contrario, mostró que este referente teórico permitió comprender la importancia de trabajar con base en las ideas alternativas de los estudiantes y como el proceso conceptual se aprecia a partir de las nuevas relaciones establecidas al aplicar el instrumento final.

## **11 RECOMENDACIONES**

Después de la implementación de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), se realizaron las siguientes recomendaciones:





La experiencia al implementar la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), fue valiosa en el sentido que permitió establecer un vínculo maestro-estudiante, generando relaciones más cercanas entre los mismos, además, desarrollar habilidades en los estudiantes como la autonomía, la responsabilidad y el trabajo cooperativo, lo que permitió alcanzar un aprendizaje más significativo.

Por otro lado, el aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), posibilita diversificar las formas de enseñanza en torno a los estudiantes dándoles el espacio para que ellos puedan tener una participación activa en la toma de decisiones durante su proceso de aprendizaje.

Sin embargo, el ABPy no está libre de retos y desafíos. A partir de la investigación realizada, se recomienda que el maestro que quiera implementar dicha estrategia dentro de las clases; inicialmente tenga claridad sobre el objetivo del proyecto, también que la comunidad educativa conozca la estrategia y el producto esperado, además, es importante que los estudiantes sean conscientes de su progreso y las habilidades que desarrollan, lo que requiere planificar espacios de retroalimentación, que enriquezcan el proceso de manera individual y grupal.

A nivel conceptual, se recomienda para la bioética, tener claridad desde referentes teóricos que apoyen dichas prácticas para que todas las áreas participantes estén orientadas



al mismo objetivo, igualmente, el maestro debe tener herramientas que permitan articular la parte social con la científica a partir de hechos reales y cercanos al contexto escolar.

Al respecto, quedan algunas preguntas que podrían ser tenidas en cuenta para futuras investigaciones en esta línea de trabajo, entre las cuales se destacan:

¿Cuál es la percepción de los participantes después de aplicar la estrategia aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)?

¿Cuál es el impacto de la estrategia ABPy al mediano y largo plazo en una institución educativa que la adopta como apuesta metodológica?

¿Cómo aplicar y hacer un seguimiento adecuado al proceso evaluativo al aplicar un proyecto escolar?

Finalmente, se hace necesaria la evaluación de la estrategia considerando su aporte a la formación integral del estudiante y de igual manera debería revisarse qué tan pertinente es su aplicación en contextos particulares o qué tan “exitoso” resultó la estrategia después de su aplicación, para generar luego planes de mejoramiento que fortalezcan la aplicación del proyecto.

## **12 BIBLIOGRAFÍA**

Armenta, M. C. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227-244.

- Aristizabal, C. (2012). Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr) Como estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Básica y Media. Universidad Nacional de Colombia.- Sede Medellín.
- Ausubel, D. (1983). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo*. México. Editorial Trillas, 235. o.pdf
- Ayuso, G & Banet, H. (2002) "Alternativas a la enseñanza de la genética en Educación Secundaria." *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* [online], Vol. 20, Núm. 1, p. 133-157. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21790/21624>, Consultado: Septiembre de 2017.
- Benítez, R. (2013). La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo. Maestría. Universidad nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Baker & Lawson (2001). Research on the acquisition of science knowl- edge Epistemological foundations of cognitions. In D. L. Gabel (ed), *Hándbol of research on science teaching and learning*, N.Y.: Macmillan.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, (26 (2), 227-244.
- Camboy, A. & Gómez, E. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. *Editorial EOS*, 284. Recuperado de [http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/T\\_cnicas-e-instrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf](http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/T_cnicas-e-instrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf)
- Cavazos, J. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia Universitaria*, 3(5), 36-45. Recuperado de [http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista.pdf](http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una_mirada_a_la_pedagogia_tradicional_y_humanista.pdf)
- Cortez, L., Latorre, N., & Hernández, R. (2016). La historia en la enseñanza del ADN: Una propuesta para generar un cambio de visión de ciencia en la escuela. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 281-326. Recuperado de <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/91>
- Diez de Tancredi, D. (2006). El concepto de gen y cromosoma, conocimiento estructurante de la Biología. Algunas aportaciones desde la investigación en enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación*, (59), 189-219.

- Gallego, A., Martínez, M., & García, M. Los medios de comunicación social y la didáctica de la genética y la biología molecular en eso.
- Garrigós, J. & Valero-García M. (2012) Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *Revista de Docencia Universitaria* Vol.10 (3), 125 – 151. Recuperado de <http://red-u.net/redu/files/journals/1/articles/484/public/484-1658-1-PB.pdf>
- García, V., Muñoz, A. & Basilotta, G. V. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131
- González, H., Martín, V., Almeida, D., Martín, N., & López-Portero, S. (2016). Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de Enfermería. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 19(1), 47-53.
- Hernández, R. Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología De La Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Íñiguez, F., & Puigcerver, M. (2013). La Una Propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), 307-327.
- Martinez, R. L (2007). La Observación y el Diario de Campo en la definición de un tema de Investigación. Recuperado de <https://escuelanormalsuperiorsanroque.files.wordpress.com/2015/01/9-la-observacin-y-el-diario-de-campo-en-la-definicin-de-un-tema-de-investigacin.pdf>
- Medina, N., & Benítez, R. (2015). Elaboración, Implementación y Evaluación de Material Didáctico Para la Enseñanza de las Temáticas de Genética y Evolución en Grados Noveno en dos colegios rurales de la ciudad de Bogotá... *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, P, 1471-1487. doi:<http://dx.doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1471.1487>
- Molina, N. (2011). ¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera. *Revista Colombiana De Bioética*, 6 (2), 110-117
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningfull learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83-102.
- Moreira, M. La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. Septiembre, 2012. vol 31, p. 9–20.

- Morra & Friedlander. (2001). Evaluaciones mediante estudio de caso. Departamento de evaluaciones de operaciones del Banco mundial.
- Muñoz, R., & Gómez, V. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de estudiantes de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131. Recuperado de <http://revistas.um.es/rie/article/view/246811/203561>
- Orozco, B. (2016). La Bioética en el Ámbito Escolar, Recuperado de: [www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/La-bioetica-en-el-ambito-escolar](http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/La-bioetica-en-el-ambito-escolar), Abril de 2018.
- Pérez, M. M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76111716009.pdf>
- Robert.E.Stake. (2007). *Libro Stake Cuarta Edición.pdf*. Recuperado de: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>
- Rodríguez, J. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia Universitaria*, 3(5), 36-45. Recuperado de: [http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista.pdf](http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una%20mirada%20a%20la%20pedagog%C3%ADa%20tradicional%20y%20humanista.pdf)
- Rodríguez, R., Castañeda, A. & Ordáz, M. (2016). *Conceptos Básicos de Genética*. 1st ed. México, p.79.
- Rodríguez-Sandoval, E., Cortés-Rodríguez, M., Vargas-Solano, É. M., & Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica “aprendizaje basado en proyectos”: percepción de los estudiantes. *Educación Y Educadores*, 13(1), 13-25. Recuperado de [horg/10.1590/S1414-40112010000100008](http://horg/10.1590/S1414-40112010000100008)
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E.M., & Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y educadores*, 13(1), 13-25
- Rosenberg, C. E. (2014). *Estrategias para mejorar la comprensión del proceso de replicación del ADN en estudiantes de la Escuela Secundaria* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación). <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.991/te.991.pdf>
- Yin, R. (1989). *Investigación sobre Estudios de Casos. Diseño y Métodos*. *Applied Social Research Methods Series*, 5, 1-35. Recuperado de: [http://www.polipub.org/documentos/YIN ROBERT .pdf](http://www.polipub.org/documentos/YIN%20ROBERT.pdf)



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Facultad de Educación**

### **13 ANEXOS**

#### **Anexos 1: Consentimiento informado**



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

Ciudad y Fecha: Medellín, 2018

Rectora: Gladys Elena Arboleda Lopera

Título: Gen-ética

Objetivo General:

Yo, \_\_\_\_\_, padre de familia del estudiante: \_\_\_\_\_ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a **William Fernando Ceballos Salazar y Claudia Andrea García Moreno**, estudiantes de la Universidad de Antioquia y a la I.E. Alfonso Upegui Orozco, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Grabación en formatos de audio - video y toma de fotografías durante las sesiones de trabajo.
2. Realización de prototipos experimentales sobre materiales digitales (páginas web, aplicaciones)
3. Acompañamiento a los proyectos a desarrollar.
4. Posibles salidas de campo (informadas con anticipación)

Adicionalmente se informó que:

- La participación en esta investigación es libre y voluntaria y mi hijo se puede retirar en cualquier momento.
- No se recibirá beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar el rendimiento académico de mi hijo(a) y sus conocimientos acerca de la genética en relación con la bioética.
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán publicados en la memoria de trabajo de grado y en revistas de investigación educativa. Los estudiantes serán nombrados con un pseudónimo para asegurar la confidencialidad y seguridad de los mismos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea. Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria:

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO  NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

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

CC.

1 8 0 3



**Anexos 2:** Entrevista semiestructurada

**Entrevista para el instrumento de idea finales**

- ¿Explicar cómo realizaron en el mapa conceptual? ¿por qué?
- ¿Cómo relacionaron los conceptos?
- ¿Por qué utilizar esos conceptos?

**Anexos 3:** Instrumento de ideas previas.

**INSTITUCION EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO**

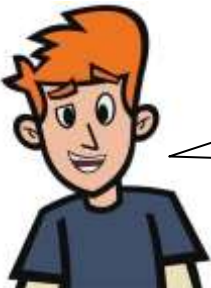
**MEDELLÍN**

**2018**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**GRADO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_



La genética es una rama de la biología que busca comprender y explicar cómo se transmite la herencia biológica de generación en generación.

Los invitamos a construir un mapa conceptual relacionando los siguientes conceptos, y si consideras necesario incluir otros, lo puedes hacer.

¡Utiliza el conector que consideres apropiado!

- Gen
- Cromosoma
- Traducción
- Transcripción
- Replicación
- ARN
- ADN
- Mutación
- Ribosoma





- Proteínas
- Cromática
- Mitosis
- Meiosis
- Herencia
- Fenotipo
- Genotipo
- Transgénico
- Clonación
- Madre
- Padre
- Trasplante
- Haploide
- Diploide
- Ciclo celular
- Alelo dominante
- Alelo recesivo



### CASO

En la antigüedad ya se hacían diferentes selecciones vegetales para mejorar su rendimiento y productividad (ser más resistentes y obtener mejores alimentos). Posteriormente en 1876 se realizó el primer entrecruzamiento entre géneros distintos y así hasta llegar a 1983 donde se obtuvo la primera planta transgénica, después de esta hazaña, los científicos se dieron a la tarea de seguir haciendo experimentos con estas plantas hasta producir por poner un ejemplo puntual, un maíz resistente a agentes bacterianos y víricos, como producto de esto se obtuvo un maíz mucho más grande, más brillante y con mejor concentración de almidón, no obstante, estas modificaciones podrían traer consecuencias para el ser humano, tales como en la salud, daños en el hígado, resistencia a medicamentos y envenenamiento del cuerpo tanto a favor como en contra...¿Está usted de acuerdo con utilizar la genética para mejorar los alimentos (producción-aspecto)? ¿Por qué?

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



**Anexos 4:** Taller: El ADN y su expresión.

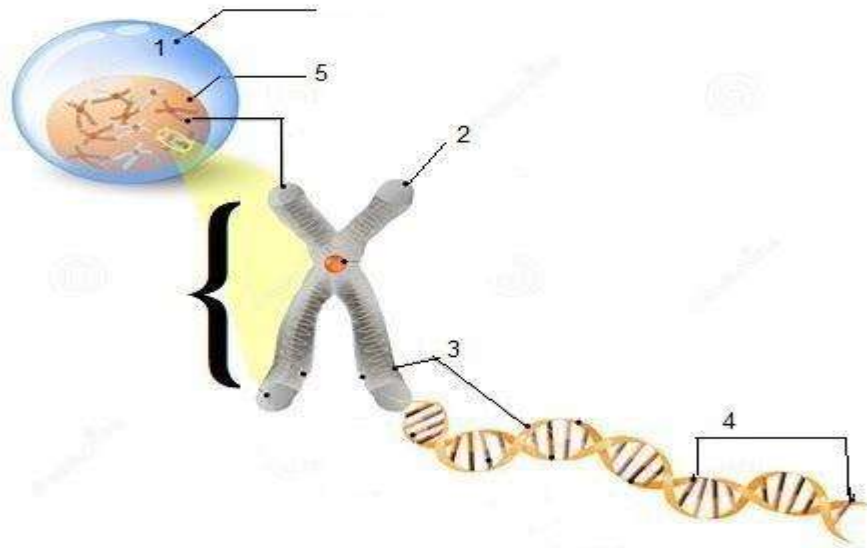
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO**

**TALLER: El ADN y su expresión**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

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

1. Complete el siguiente gráfico.



2. De acuerdo con lo explicado en la clase, conteste las siguientes preguntas:

- a) Qué pasaría si se elimina del proceso de replicación la enzima ADN polimerasa.
- b) ¿Cuál es la importancia de un primer o cebador?

3. A partir de la siguiente secuencia de ADN. Realice y explique los procesos de replicación, transcripción y traducción. Utilizando la cadena molde 5' a 3'

**5'-TACTGCGGGCTTAAGACCTGAGCTAGAGCTACT-3'**



3'-ATGACGCCCGAATTCTGGACTCGATCTCGATGA-5'

**Anexos 5:** Laboratorio sobre Cromosomas politénicos.

**PRÁCTICA DE LABORATORIO: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.**

**NOMBRE DE LA PRÁCTICA:**

Cromosomas politénicos

**FECHA:**

**GRADO:**  
Noveno

**DOCENTE:** William Fernando Ceballos y Claudia Andrea García

**INTEGRANTES:**

**OBJETIVOS:**

- Observar la estructura de los cromosomas presente en las glándulas salivales de la *Drosophila Melanogaster*

**MARCO CONCEPTUAL:**

Las células de una gran variedad de organismos presentan los llamados cromosomas gigantes o politénicos. Estos cromosomas se encuentran en diferentes órganos, en algunos insectos, principalmente de algunos dípteros como Anopheles, Chironomus, Drosophila, Rhynchosciara, Siara, Simuliidae, y en varios protozoos y plantas.

Los cromosomas politénicos fueron observados por primera vez por E. G. Balbiani en 1881 en núcleos interfásicos que no completan la mitosis, por consiguiente los cromosomas se quedan estacionados en interfase, llegando a representar más de 1000 copias de una cromátida en un fenómeno llamado politenia (del griego, poli = muchos, tenos = filamentos).

**ORIENTACIONES INICIALES**



- Esta guía ha sido entregada con una semana de anticipación para su lectura y posterior solución de dudas.
- Los estudiantes deben llevar sus implementos de seguridad (Bata, guantes)

**MATERIALES:**

Porta y cubreobjetos  
Goteros  
Alfileres grandes

**REACTIVOS:**

Azul de metileno o lugol  
Larvas de *Drosophila melanogaster*

**EQUIPOS:**

Estereoscopio  
microscopio

**PROCEDIMIENTO:**

- agregar a un portaobjetos 2 o 3 gotas de agua
- colocar sobre el portaobjetos , con un alfiler una larva grande de *Drosophila melanogaster*
- observar en el estéreo y localizar las glándulas salivares (pueden estar rodeadas de abundantes grasa corporal, la cual debe retirarse). Las glándulas son muy transparentes.
- Agregar 2 o 3 gotas de azul de metileno o lugol durante 10 minutos.
- Cubrir con un cubreobjetos la placa
- Presionar fuerte con el dedo pulgar (pero con cuidado) con el fin de aplastar las glándulas.
- Retirar el exceso de colorante con papel absorbente
- Observar en el microscopio (10X y 40X)

**INFORME DE RESULTADOS:**

Resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿Qué son los cromosomas politénicos?
2. ¿Qué utilidad presenta el estudio de los cromosomas politénicos?
3. ¿qué otros cromosomas gigantes se conoce y en qué organismos?

**CONCLUSIONES:**

Elabora una conclusión general y si consideras otras específicas.

**ALERTAS DE SEGURIDAD:**

- Los reactivos serán manipulados por los profesores

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Biología celular  
Biología general

**FECHA DE ENTREGA:**

**Anexos 6:** Rúbrica para la evaluación del sitio web.

**RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL SITIO WEB**

Nombre del Sitio Web: \_\_\_\_\_

Participantes: \_\_\_\_\_

El objetivo de este instrumento es evaluar el sitio web de acuerdo con los criterios establecidos anteriormente.

La calificación consta de un elemento importante, el cual es hacer comentarios constructivos acerca de lo que observamos del sitio web y qué sugerencias le haríamos.

<b>Criterio</b>	<b>si</b>	<b>no</b>	<b>Comentarios</b>
El sitio web posee diversos recursos que posibiliten una navegación adecuada.			
El sitio web tiene un aspecto agradable y único.			



Lo escrito en el sitio web está redactado de tal manera que se entienda y que esté bien en su redacción.			
El material agregado en el sitio web es original y no se parece a ninguno			

Nombre e integrantes del grupo evaluador:



**Anexos 7:** Laboratorio Extracción de ADN.

<b>PRÁCTICA DE LABORATORIO: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.</b>	
<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA:</b> Extracción de ADN	<b>FECHA:</b>  <b>GRADO:</b> Noveno
<b>DOCENTE:</b> William Fernando Ceballos y Claudia Andrea García	
<b>INTEGRANTES:</b>	
<b>OBJETIVOS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Extraer ADN de tejidos animales o vegetales</li><li>- Observar la estructura fibrosa del ADN</li></ul>	
<b>MARCO CONCEPTUAL:</b> <p>La molécula de ADN (que es la que se va a extraer en este laboratorio) está constituida por dos largas cadenas de nucleótidos unidas entre sí formando una doble hélice. Las dos cadenas de nucleótidos que constituyen una molécula de ADN, se mantienen unidas entre sí porque se forman enlaces entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas que quedan enfrentadas.</p> <p>La genética molecular estudia la estructura y la función del ADN. La información que se almacena en esta molécula, dicta la síntesis del ARN mensajero, el cual maduran y migran al citoplasma, donde dirigirá la síntesis de proteínas. Las células son las unidades funcionales del organismo que operan siguiendo las pautas que le imponen el conjunto de proteínas sintetizadas. Estas regulan los géneros</p>	



de mantenimiento, división, comunicación y muerte celular. Las proteínas a su vez, dirigen la síntesis de ADN, con lo que se completa el ciclo.

La estructura de un determinado ADN está definida por la “secuencia” de las bases nitrogenadas en la cadena de nucleótidos, residiendo precisamente en esta secuencia de bases la información genética del ADN. El orden en el que aparecen las cuatro bases a lo largo de una cadena en el ADN es, por tanto, crítico para la célula, ya que este orden es el que constituye las instrucciones del programa genético de los organismos. Conocer esta secuencia de bases, es decir, secuenciar un ADN equivale a descifrar su mensaje genético.

### **ORIENTACIONES INICIALES**

- Esta guía ha sido entregada con una semana de anticipación para su lectura y posterior solución de dudas.
- Los estudiantes deben llevar sus implementos de seguridad (Bata, guantes y gafas)

### **MATERIALES:**

- Un tomate maduro, cuchillo y tabla.
- 2 bolsas plásticas transparentes.
- 1 vaso de precipitados
- 2 ml de detergente.
- 2 o 3 granos de sal gruesa.
- varilla de madera o aguja de crochet.

### **REACTIVOS:**

- Etanol al 95% (Frio)

### **EQUIPOS:**

- Pipeta de 10 ml
- Tubos de ensayo
- Papel filtro

### **PROCEDIMIENTO:**

1. Cortar el tomate en trozos pequeños.
2. Colocar los trozos del tomate en una bolsa de plástico y amasar bien. Si el tomate no estuviera suficientemente maduro o sacara poco jugo, agregar 10 gotas de agua.
3. Agregar la sal gruesa y el detergente a la masa de tomate. Mezclar bien. 4. Luego de 5 a 10 minutos, filtrar la masa de tomate con un colador de tela.
5. Distribuir 10 ml del líquido filtrado en cada uno de los tubos de ensayo.





6. Inclinar levemente el primer tubo y muy despacio dejar escurrir 10 ml de etanol 95% sobre el líquido. El etanol formará una segunda capa por encima de la solución.
7. Esperar 10 minutos **sin mezclar las capas** y observar el ADN que precipita en la interface de las dos capas y llega hasta la superficie.
8. Retirar el ADN con una varilla de madera o con una aguja de crochet.

**INFORME DE RESULTADOS:**

Resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la función del etanol frío?
2. ¿Cuál es su función y la importancia del ADN en los organismos?
3. ¿Qué metodología se podría aplicar para medir el ADN de su muestra?

**CONCLUSIONES:**

Elabora una conclusión general y si consideras otras específicas.

**ALERTAS DE SEGURIDAD:**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

[https://www.bteduc.com/guias\\_es/68\\_Extraccion\\_de\\_ADN\\_\(experimento\\_ambiguo\).pdf](https://www.bteduc.com/guias_es/68_Extraccion_de_ADN_(experimento_ambiguo).pdf)

**FECHA DE ENTREGA:**

**17 de Mayo de 2018**

**Anexos 8:** Bebes a pedido.

**Bebés “a pedidos”: el problema ético de la competitividad genética**

Aug 21, 2015 mhernani Noticias

Fuente: The Economist

El genoma, es decir, el mapa de los genes de determinada especie, está escrito en un alfabeto de sólo cuatro letras: A (Adenina), T (Timina), G (Guanina) y C (Citosina), también llamadas bases nitrogenadas, son los componentes principales del ADN. Leer, estudiar y comparar las secuencias de ADN de los seres humanos, y de miles de otras especies, se ha convertido en una rutina para los científicos. Es así que, en la actualidad, una nueva tecnología promete hacer posible la edición de la información genética de manera rápida y barata. Esto podría corregir defectos genéticos terribles que asolan vidas, pero también anuncia la perspectiva lejana de padres que construyen hijos a la orden.

La tecnología se conoce como CRISPR, y emplea una técnica que utiliza ARN, un mensajero de información genética, diseñado específicamente para apuntar a una sección de ADN determinada; y una enzima, llamada nucleasas, que puede cortar genes no deseados y pegar nuevos. En realidad, existen otras formas de edición de ADN, pero CRISPR mantiene la promesa de hacerlo con una sencillez, velocidad y precisión sin precedentes. Esta técnica posee una vertiginosa gama de aplicaciones para desarrollar terapias contra enfermedades como el Alzheimer, el cáncer y el VIH. Por ejemplo, esta técnica ha permitido a los médicos cazar sólo los genes del cáncer o de la fibrosis quística, dejando ileso al resto de componentes de las células del paciente.

Pasarán años, tal vez décadas incluso, antes de que CRISPR se utilice para hacer bebés de diseñador. Pero los problemas que implica esta posibilidad ya son objeto de intensos debates. En abril, científicos en China revelaron que habían intentado usar CRISPR para editar genomas de embriones humanos, aunque estos embriones no pudieron finalmente desarrollarse. Ante este avance, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos organizó una conferencia para profundizar en la ética del CRISPR. El debate es muy necesario: CRISPR es una bendición, pero plantea algunos profundos cuestionamientos.

Además de cortar el ADN deseado, CRISPR aún encuentra a menudo objetivos también en otros lugares. Para alguien con una enfermedad terrible, el riesgo de daño colateral podría valer la pena. Pero para las aplicaciones de línea germinal, donde se sentirían los efectos secundarios en cada célula, la barra debe ser alta. En ese sentido podría tomar más de una generación para asegurar que la tecnología es confiable.

Otro cuestionamiento alrededor de CRISPR radica en su irrevocabilidad: si los genes se pueden editar en



la época prenatal, ¿también podrían ser editados de nuevo, tanto en la misma época prenatal, como posteriormente? Esta técnica de edición de genes plantea el escenario de padres tomando decisiones que podrían no ser del mejor interés para sus hijos. Por ejemplo, padres académicos podrían querer aumentar la inteligencia de sus hijos a toda costa, incluso si ello afecta a su personalidad en otros aspectos, por ejemplo, en el plano de la sociabilidad.

Y si se hace posible retocar genes para hacer que los niños sean más inteligentes, ¿no será esta posibilidad mejor explotada por aquellos padres con más recursos económicos que por aquellos con recursos limitados? Esta posibilidad de manipulación, más que aquella referida al aspecto físico o a las preferencias artísticas, resalta un problema que impulsaría fuertemente la desigualdad social: si los seres humanos descendientes de personas adineradas vienen diseñados para ser más inteligentes desde su nacimiento, esto reduce la posibilidad de lograr el éxito a través del esfuerzo para el resto de la población con menos recursos.

Cabe resaltar que la Unesco ya ha recogido en una declaración internacional presentada en 2003, una grave preocupación expresada insistentemente desde hace años por científicos, éticos y juristas: la posibilidad de que las empresas y las compañías de seguros accedan a los datos genéticos de los individuos, obtenidos generalmente con fines médicos muy sólidos, y los utilicen para tomar decisiones sobre contrataciones, ascensos, despidos y pólizas.

En esa línea, la edición genética prenatal, fuera del ámbito de la corrección de enfermedades, debería estar limitada por ley al mejoramiento de aspectos físicos o preferencias artísticas exclusivamente, pues si bien son aspectos importantes para la constitución integral de un ser humano, resultan factores complementarios al aspecto de la capacidad cognitiva respecto a las posibilidades de desarrollo que abre este último aspecto.

Esto debido a que resultaría injusto que una élite dispuesta a gastar millones en la manipulación positiva de las potencialidades de inteligencia de su descendencia, pueda asegurar una capacidad cognitiva superior para sus hijos desde antes de nacer, frente a la imposibilidad del resto de familias para lograr este mismo objetivo, sin tomar en cuenta el contexto educativo y social favorable que hoy en día ya existe para los acaudalados, ni el azar biológico, que favorece a uno u otro grupo con individuos extraordinarios sin guiarse por incentivos económicos.

#### Actividad

1. Elaborar 5 preguntas utilizando la información del texto (4 cerradas y una abierta)
2. Elaborar un glosario con las palabras subrayadas.
3. Mencione por lo menos 2 preocupaciones alrededor de esta posible práctica.
4. ¿Cuál es su postura respecto a la práctica?



**Anexos 9:** Instrumento de ideas finales.

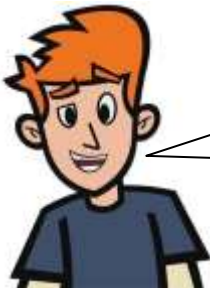
**INSTITUCION EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO**

**MEDELLÍN**

**2018**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**GRADO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_



La genética es una rama de la biología que busca comprender y explicar cómo se transmite la herencia biológica de generación en generación.

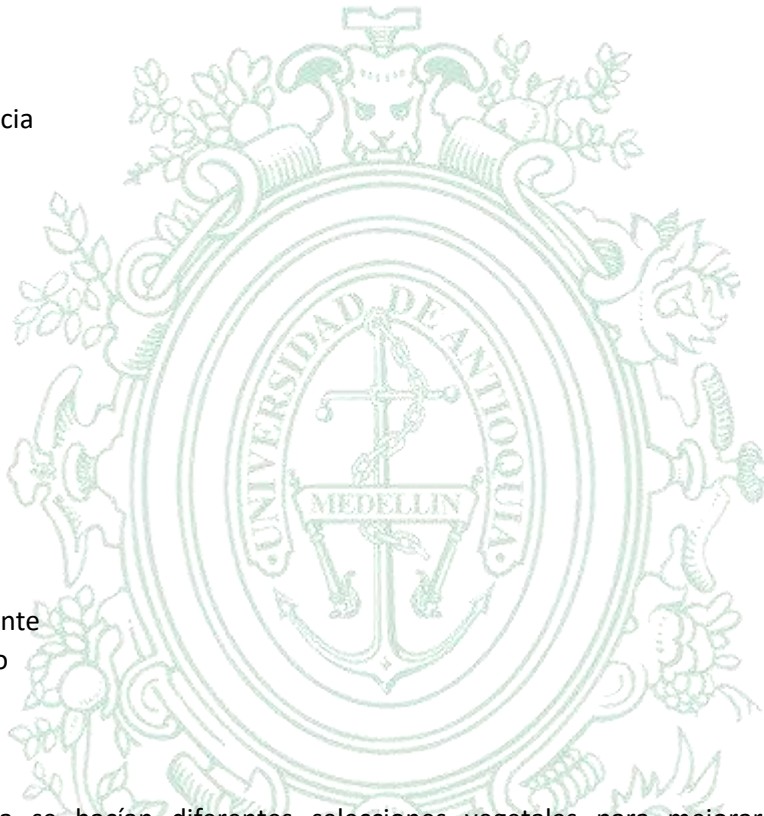
Los invitamos a construir un mapa conceptual relacionando los siguientes conceptos, y si consideras necesario incluir otros, lo puedes hacer.

¡Utiliza el conector que consideres apropiado!

- Gen
- Cromosoma
- Traducción
- Transcripción
- Replicación
- ARN
- ADN
- Mutación
- Ribosoma



- Proteínas
- Cromática
- Mitosis
- Meiosis
- Herencia
- Beneficencia
- No maleficencia
- Justicia
- Autonomía
- Fenotipo
- Genotipo
- Transgénico
- Clonación
- Madre
- Padre
- Trasplante
- Haploide
- Diploide
- Ciclo celular
- Alelo dominante
- Alelo recesivo



### CASO

En la antigüedad ya se hacían diferentes selecciones vegetales para mejorar su rendimiento y productividad (ser más resistentes y obtener mejores alimentos). Posteriormente en 1876 se realizó el primer entrecruzamiento entre géneros distintos y así hasta llegar a 1983 donde se obtuvo la primera planta transgénica, después de esta hazaña, los científicos se dieron a la tarea de seguir haciendo experimentos con estas plantas hasta producir por poner un ejemplo puntual, un maíz resistente a agentes bacterianos y víricos, como producto de esto se obtuvo un maíz mucho más grande, más brillante y con mejor concentración de almidón, no obstante, estas modificaciones podrían traer consecuencias para el ser humano, tales como en la salud, daños en el hígado, resistencia a medicamentos y envenenamiento del cuerpo tanto a favor como en contra...¿Está usted de acuerdo con utilizar la genética para mejorar los alimentos (producción-aspecto)? ¿Por qué?

### PRINCIPIOS DE LA BIOÉTICA

#### **BENEFICENCIA**

#### **NO MALEFICENCIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Facultad de Educación**

**AUTONOMÍA**

**JUSTICIA**



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3