

# La bioética como alternativa para el aprendizaje significativo de la genética

---

## Bioethics as an alternative for the Meaningful learning of genetics

William Fernando Ceballos Salazar<sup>1</sup>  
Claudia Andrea García Moreno<sup>2</sup>

### Resumen

Esta comunicación presenta resultados parciales del trabajo de grado fundamentado en la Teoría del Aprendizaje significativo y en la propuesta del Buck Institute For Education (BIE) para el diseño de un proyecto sobre genética utilizando la bioética como alternativa para acercar a los estudiantes a su comprensión. Este trabajo es de tipo cualitativo y se enmarca en el estudio de caso interpretativo, además, se utiliza el mapa conceptual como herramienta para indagar las ideas previas de los participantes. La aplicación de la investigación se realizó con estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco en la ciudad de Medellín, Colombia. Lo anterior surge a partir de la identificación de algunas problemáticas, relacionadas con el contexto de actuación y los reportes encontrados en la revisión de la literatura. Algunos resultados muestran concepciones erróneas acerca de conceptos asociados al campo de la genética y las relaciones que establecen los estudiantes entre los principios de la bioética y aplicaciones en el campo de la genética (mutaciones y organismos genéticamente modificados).

---

<sup>1</sup> William Fernando Ceballos Salazar. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Trabaja la línea de investigación Aprendizaje Basado en Proyectos. Correo electrónico: [wfernando.cebillos@udea.edu.co](mailto:wfernando.cebillos@udea.edu.co)  
ID: <http://orcid.org/0000-0002-5183-0026>

<sup>2</sup> Claudia Andrea García Moreno. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Está inscrita en la línea de investigación Aprendizaje Basado en Proyectos. Correo electrónico: [candrea.garcia@udea.edu.co](mailto:candrea.garcia@udea.edu.co)  
ID: <http://orcid.org/0000-0002-3848-7366>

### **Palabras clave**

Aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje significativo, enseñanza de la genética.

### **Abstract**

This communication presents partial results of the work of degree based on the Meaningful Learning Theory and the Buck Institute For Education (BIE) proposal for the design of a project about genetics and using bioethics as an alternative to bring students to their understanding . This work is of a qualitative nature and it is part of the interpretive case study. In addition, the conceptual map is used as a tool to investigate the students' previous ideas. The application of the research was carried out with students of the ninth grade of at Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco in the city of Medellín, Colombia. This investigation initiates from the identification of some problems related to the context of action and the reports found in the literature review. Some of the results obtained show erroneous conceptions about concepts associated with the field of genetics and the relationships that students establish between the principles of bioethics and applications in the field of genetics (mutations and genetically modified organisms).

### **Keywords**

Project-based learning, meaningful learning, genetics teaching.

### **Introducción**

El presente proyecto denominado Gen-Ética, se encuentra en fase de implementación en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal (Comuna 60), de la ciudad de Medellín. La institución atiende estudiantes que pertenecen a un estrato socioeconómico entre uno y tres; cuenta con formación técnica en medio ambiente y trabaja bajo un modelo pedagógico crítico social con enfoque constructivista, según lo revisado en su Proyecto Educativo Institucional (PEI).

Tomando como base las características encontradas en el contexto y lo hallado en la revisión de la literatura, se encontró que las ciencias, en particular en la enseñanza de la genética, se han privilegiado estrategias que han dejado de lado las relaciones de los conceptos con los problemas propios del contexto escolar, lo cual dificulta la comprensión de los fenómenos asociados a la genética, en particular a su relación con asuntos

cercanos a los intereses de los estudiantes, como la edición genética, la manipulación de alimentos, la clonación, entre otros.

En este orden de ideas, uno de los problemas emergentes hace referencia a la necesidad de implementar estrategias de enseñanza que favorezcan la motivación, a partir de las posibles relaciones que se puedan establecer en los contextos educativos.

Una posible alternativa para atender esta problemática podría estar relacionada con la resolución de problemas y el trabajo por proyectos, ya que éstas tienden a romper con los enfoques tradicionales y ubican a los estudiantes en el centro del proceso académico; al respecto, Rodríguez et. Al (2010) resaltan el hecho de que estas estrategias favorecen la motivación y la autonomía de los estudiantes.

Por otro lado, a nivel conceptual, en el aprendizaje de la genética se han evidenciado dificultades en la comprensión de conceptos como cromátida, cromosoma y cromatina, ya que no comprenden sus diferencias y similitudes. En este sentido, de acuerdo con Baker y Lawson (2001), en la genética los conceptos se establecen a través de teorías o sistemas abstractos y dentro de éstos los científicos utilizan diversas estrategias para hacer comprensible las funciones que cumplen al interior de los seres vivos. Después de haber enunciado algunos problemas en la enseñanza de las ciencias, particularmente en el campo de la enseñanza de la genética, se plantea como pregunta de investigación ¿Cuál es la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) para el aprendizaje de los estudiantes sobre la genética en el marco de un proyecto de aula que incorpora asuntos bioéticos?

### **Discusión teórica**

El marco conceptual se construye a partir de los referentes conceptuales que abordan aspectos sobre la enseñanza de la genética, al igual que, el aprendizaje basado en proyectos y la Teoría del Aprendizaje Significativo, propuesto por Ausubel (1983), como elementos que sustentan este trabajo. En conjunto, estos elementos se constituyen en nuestra base teórica para el análisis de los resultados a obtener.

#### *Enseñanza y aprendizaje de la Genética a partir de la bioética*

La enseñanza de la genética es muy importante para comprender los procesos biológicos y particularmente el estudio del ADN, ya que éste contiene la información genética de los organismos. Con relación a, la creciente cantidad de información que circula en los medios de comunicación, invita a fomentar el pensamiento crítico como una

posibilidad para favorecer la argumentación respecto a temáticas objeto de debate, como los organismos genéticamente modificados (OGM). Es en este asunto, donde la bioética podría jugar un papel importante para la comprensión de conceptos genéticos, por mencionar un ejemplo y en concordancia con lo expuesto por Restrepo (2017), incorporar en las aulas de clase problemáticas como el Genoma Humano, de corte socio científico, implica necesariamente tener en cuenta el papel del lenguaje y la argumentación en la construcción del conocimiento.

Con base en lo anterior, es necesario definir la Bioética; en este sentido, Carrasco et, al (2011) la aclaran como el estudio de las conductas humanas, que permiten realizar una reflexión sobre la vida, la cual se hace fundamental para el proceso de crecimiento intelectual en todo ser humano y debe ser fomentada desde los primeros años de vida y en todos los sectores educativos. Además, el uso de la bioética como alternativa para aprender genética, permite un abordaje integral que derive en el mejoramiento de la capacidad de reflexión y crítica. Así, la bioética aporta desde la interdisciplinariedad en la construcción del pensamiento crítico, permitiendo reivindicar los valores humanos y la valoración de oportunidades, generando así acciones que direccionen metas sostenibles y sustentables en las diversas comunidades (Orozco, 2016).

### *Aprendizaje basado en proyectos*

El aprendizaje basado en proyectos (ABPy), es una estrategia pedagógica que posibilita a los maestros abordar diversos temas desde la interdisciplinariedad (estrategias de enseñanza), respondiendo así a unas características esenciales como lo son: un producto final, la participación activa de los estudiantes en la toma de decisiones, además de esto, los estudiantes poseen autonomía en cuanto a su aprendizaje, teniendo al maestro como un guía- orientador que diversifica sus estrategias de enseñanza en procura de propiciar aprendizajes significativos.

Según el Buck Institute for Education (BIE) en 2015, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) se define como un método de enseñanza en el cual los alumnos 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” propuestos por el BIE (2015), los proyectos se centran en los conocimientos y habilidades e incluyen elementos esenciales para el diseño de los mismos (ver figura 1).



Figura 1. Estándares de Oro para el ABPy Larmer y Mergendoller, (2015).

El proyecto presentado en este reporte fue diseñado atendiendo a las características descritas en la figura 1. Se resalta la elaboración de un sitio web como el producto del trabajo de los estudiantes y la conexión que se realiza con el contexto de aplicación; además, la evaluación, desde los procesos de reflexión y crítica se constituyen en ejes fundamentales para el éxito de este proyecto.

### *Teoría Aprendizaje Significativo (TAS)*

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 un cambio en el significado de la experiencia.

En cuanto a, la teoría del aprendizaje significativo aborda los elementos, factores que garantizan la asimilación de todo el contenido que brinda la escuela a los estudiantes, de manera que adquiera un significado para él mismo (Rodríguez, 2004). Por consiguiente, el aprendizaje significativo hace alusión a un reordenamiento del conocimiento del mismo individuo, enfocándose en el aprendizaje a partir de su contexto escolar, ya que se construye a partir de un enfoque constructivista, que genera su aprendizaje a partir de la interacción con el contexto. La teoría de aprendizaje significativo de Ausubel plantea que “el aprendizaje del alumno

depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entendiéndose la estructura cognitiva, como el conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización.” (1983).

En este sentido, una evidencia del aprendizaje significativo reside en las ideas expresadas simbólicamente (mapas conceptuales, Uve de Gowin, imágenes, signos, entre otros) pero sin ceñirse al texto original. Para esta investigación es particularmente importante el trabajo desde los mapas conceptuales, especialmente durante la indagación de ideas previas ya que son una herramienta que permite evidenciar las relaciones entre los conceptos, establecidas por los estudiantes. En este sentido, el mapeamiento conceptual es una técnica muy flexible, y por eso puede ser usado en diversas situaciones y para diferentes finalidades: instrumento de análisis del currículum, técnica didáctica, recurso de aprendizaje, medio de evaluación (Moreira y Buchweitz, 1993).

### **Metodología**

Este estudio se enmarca en el paradigma cualitativo, ya que permite comprender los fenómenos a partir de una interacción con los participantes en relación a su contexto (Hernández, 2014), basándose en un método de estudio de caso interpretativo y el aprendizaje basado en proyectos. Además, se fundamenta en la propuesta del Buck Institute For Education (BIE) y la teoría del aprendizaje significativo. El objetivo de esta propuesta se enfoca en la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes, al igual de que fortalezcan sus habilidades mediante un proyecto que utiliza asuntos relacionados con la bioética como alternativa para aprender genética.

De esta manera, el proyecto tiene como nombre GEN- ÉTICA y se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal, municipio de Medellín, Colombia, con estudiantes de estrato 1 y 2. el grupo de estudiantes con quienes se realizó la investigación corresponden al grado noveno (9º1), conformado por 36 alumnos (18 hombres y 18 mujeres) con edades entre los 14 y 17 años.

En concordancia con lo anterior, se partió del diseño de un proyecto orientado por las características esenciales definidas por el BIE, que se emplean para darle estructura y rigurosidad (Ver tabla 1). El proceso investigativo incluye, el seguimiento del avance formativo de los estudiantes, el cual incorpora la realización de diferentes actividades acordes con los intereses de la investigación, también se utilizaron

instrumentos para la recolección de información, entre ellos, el mapa conceptual, la entrevista semiestructurada y la observación participante. Además, se registran algunos momentos de las sesiones utilizando medios audiovisuales. El proyecto se desarrolla en tres fases, (ver figura 2) lanzamiento, aplicación y cierre, las cuales se describen a continuación.

Fase 1: Se presentó la pregunta orientadora y se elaboraron acuerdos con los estudiantes, además, se realizó la conformación de grupos y se asignaron los roles. Igualmente, se propuso construir una molécula de ADN, se aplicó el instrumento de indagación de ideas previas y se realizó una primera selección de posibles casos a ser analizados.

Fase 2: Se aplicaron actividades en las cuales los estudiantes presentaron productos individuales y grupales e iniciaron la construcción de un producto final (sitio web). Las actividades propuestas fueron transversalizadas con otras áreas participantes. En lengua castellana se realizaron reseñas y escritos para el sitio web, en ética se generaron espacios de debate alrededor de los organismos genéticamente modificados (OGM) y en Tecnología se trabajó en la construcción del sitio web.

Investigación continua	Nombre del proyecto	Voz y voto del estudiante
<p>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).</p> <p>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.</p> <p><b>Reflexión</b></p> <p>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.</p> <p><b>Crítica y Revisión</b></p> <p>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 evaluación y la hetero-evaluación.</p>	<p><b>GEN-ÉTICA</b></p>	<p>Para dar voz y voto a los alumnos, estos tendrán la oportunidad de:</p>
	<p><b>Pregunta orientadora</b></p> <p>¿Cómo diseñar un sitio Web para evidenciar y divulgar información de la Gen-ética y su importancia en la sociedad?</p>	<p>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.</p>
	<p><b>Contenidos y Habilidades</b></p> <p>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.</p> <p>Se pretende potenciar en los alumnos competencias del siglo XXI: si bien se desarrollan varias habilidades como la Creatividad y la innovación o el trabajo en grupo, este proyecto hace énfasis en manejo de la información.</p>	<p><b>Conexión con el mundo real</b></p> <p>Invitar a un experto externo a dictar una charla sobre las últimas investigaciones sobre ADN, herencia y repercusiones que trae las modificaciones genéticas.</p> <p>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.</p> <p><b>Producto final</b></p> <p>Sitio web, que permita evidenciar, socializar y difundir la comprensión de los conocimientos adquiridos a la comunidad.</p>

Tabla 1. Estructura del proyecto con base en las características esenciales propuestas por el BIE.

Fase 3: Durante el cierre, se realizó la exhibición del sitio web a la comunidad educativa y se elaboró el mapa conceptual final.

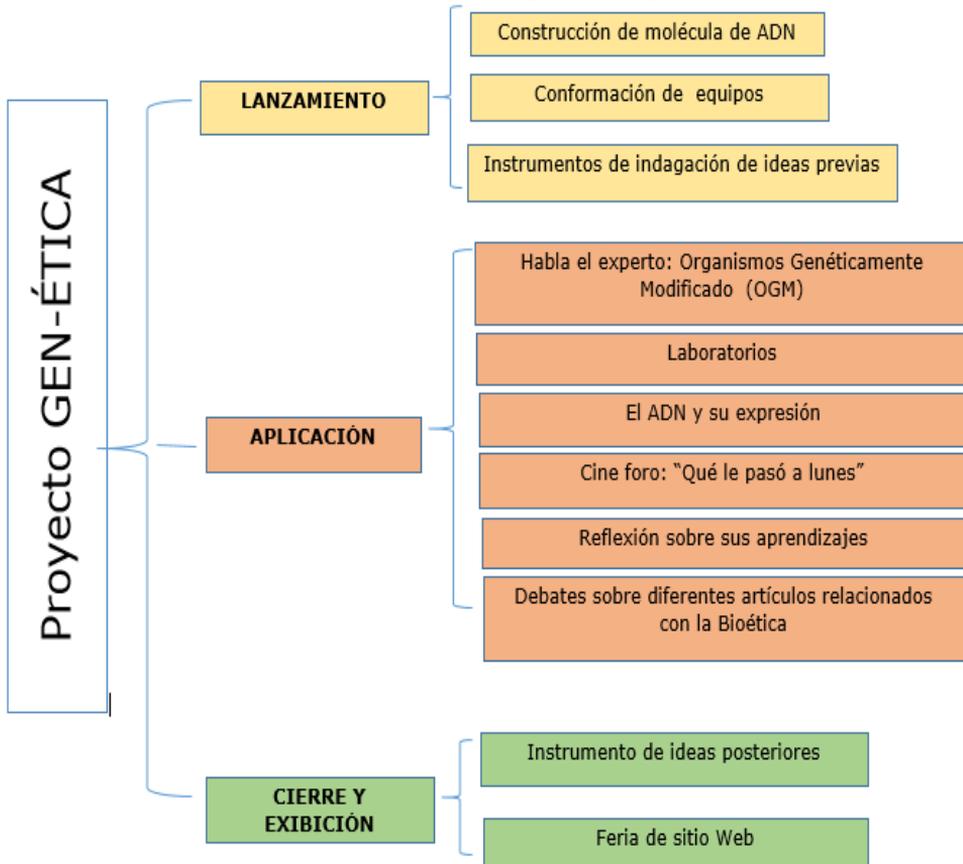


Figura 2. Fases del proyecto GEN-ÉTICA y actividades principales.

### Resultados y discusión

En este apartado, se presentan las diferentes concepciones de los estudiantes sobre genética y algunos resultados relacionados con la bioética. Para analizarlos, se tomaron 5 casos. Los resultados propuestos responden a las ideas previas identificadas en el instrumento 1, el cual consistió en la elaboración de un mapa conceptual, anterior a la actividad de lanzamiento. Así, algunas de las cuestiones encontradas se presentan en la tabla 2 y son tomadas directamente de las relaciones que se establecen en los mapas elaborados.

Concepciones de los estudiantes	Evidencias	Casos	Referentes teóricos
Los estudiantes definen la genética como la herencia del padre y la madre.	<p>La Genetica. es Una herencia del Padre y la madre</p>	E1- E3- E4	Driver, 1999
La mayor parte de los estudiantes relacionan el fenotipo con el padre y el genotipo con la madre	<pre> graph TD     Herencia[Herencia] --&gt; LaMadre[La Madre]     Herencia --&gt; ElPadre[El Padre]     LaMadre --&gt; genotipo[genotipo]     ElPadre --&gt; FENOTIPO[FENOTIPO]     LaMadre --&gt; LE_APORTAN[LE APORTAN]     ElPadre --&gt; LE_APORTAN     LE_APORTAN --&gt; EL_GEN[EL GEN]     EL_GEN --&gt; TIENE_SU[TIENE SU] </pre>	E2	
Los estudiantes ligan la genética con el estudio de la herencia y no una rama de la ciencia que se relaciona con los trasplantes, transgénicos y clonación	<p>GENETICA Estudia la: HERENCIA</p>	E5	Montañez, A, et al, 2015; Ayuso & Banet, 2002

Tabla 2. Concepciones de los estudiantes (fragmentos tomados de los mapas conceptuales).

En las relaciones presentadas en los mapas no parecen considerar la genética como una ciencia que se ocupa del estudio del ADN, además, los

estudiantes consideran que el fenotipo y genotipo es aportado por uno de sus progenitores.

Posterior a la indagación de ideas previas, se consideraron durante la ejecución del proyecto, asuntos relacionados con los organismos genéticamente modificados, las mutaciones, la clonación, entre otros. Para este trabajo se utilizó la bioética como alternativa para generar aprendizajes en los estudiantes. a continuación se presentan algunos de los hallazgos sobre esta cuestión.

### Actividades sobre bioética

Para este reporte se presentan los resultados de dos actividades aplicadas; la primera, 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 finalidad. En la segunda, se trabajaron los principios de la bioética. Algunos de los resultados se presentan en la figura 3 y corresponden a uno de los grupos analizados.



Figura 3. Los principios de la bioética y su definición, grupo de trabajo 1.

Finalmente, después de reconocer las características de la bioética, 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. En la tabla 3, se presentan los resultados para el mismo grupo de la actividad anterior. El análisis de estos resultados se encuentra en etapa de desarrollo.

Pregunta	Principios
¿Cree que la modificación genética formaría una generación con condiciones más aptas para la supervivencia?	Beneficencia 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?	No maleficencia 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?	Autonomía 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.
---	---

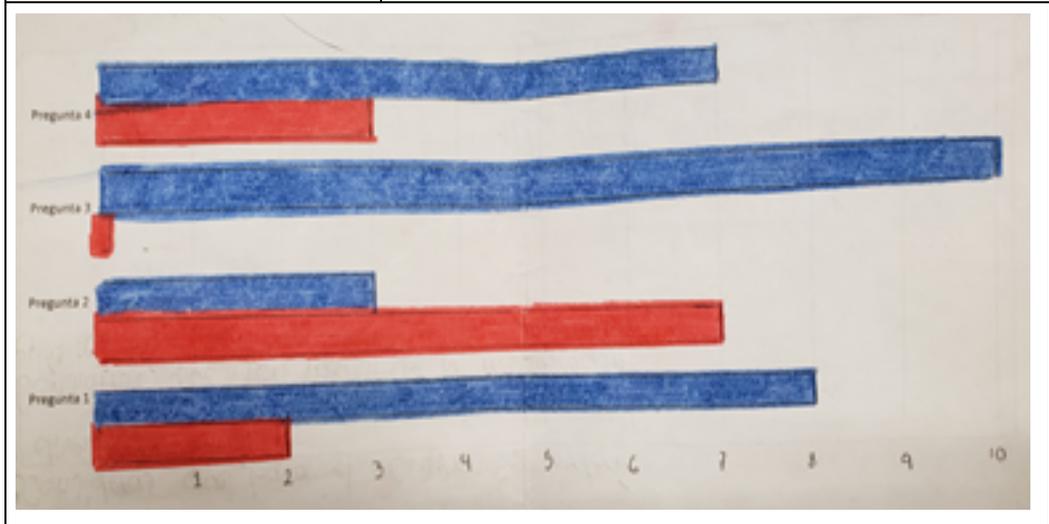


Tabla 3. Preguntas y relación con los principios de la bioética.

### Consideraciones finales

La estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), es una manera de acercar a los estudiantes a aspectos científicos, ya que permite diversificar las estrategias de enseñanza.

Como se observa en los resultados, el mapa conceptual es una estrategia que permite evidenciar las relaciones que los estudiantes establecen entre los conceptos, en este caso, asociados al campo de la genética y cómo se hacen evidentes a través de este los errores conceptuales.

Finalmente, abordar temas como los organismos genéticamente modificados son importantes, ya que son temáticas de interés actual y suelen ser objeto de debate en los medios de comunicación, por consiguiente, se vuelven una potente herramienta para potenciar habilidades científicas que permitan consolidar posturas críticas y reflexivas. Lo anterior, en el caso de esta investigación enmarcado en la bioética.

## Referencias

- Ausubel, D. (1983). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo*. México. Editorial Trillas, 235. Recuperado de [http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1J3D72LMF-1TF42P4-PWD/aprendizaje\\_significativo.pdf](http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1J3D72LMF-1TF42P4-PWD/aprendizaje_significativo.pdf)
- Ayuso, G. E., & Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 20, pp. 133-157).
- Baker & Lawson. Research on the acquisition of science knowledge Epistemological foundations of cognitions. In D. L. Gabel (ed), *Hándbol of research on science teaching and learning*, N.Y.: Macmillan (2001).
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2014). *Metodología De La Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Íñiguez Porras, F. & Puigcerver Oliván, M. (2013) Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Eureka*, n. 10(3), p. 307-327.
- Moreira, M, A. & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 114.
- Moreira, M. A. (1998). "Mapas conceptuales y aprendizaje significativo". *Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogía y Sócio-Lingüística Pontevedra/Galícia/España y Braga/Portugal*, No 23 a 28: 87-95.(1988).
- Moreira, M. A.(2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83-102.
- Ramírez, N. M. (2011). ¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera, *6(2)*, 110–117.
- Rodríguez, M. (2004). "La teoría del aprendizaje significativo". 1-10 Documento electrónico, Recuperado Abril de 2018. <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>.
- 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/S1414-40](http://horg/10.1590/S1414-40) <https://doi.772010000100008>.

