

DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MÓDULO DE BIOTECNOLOGÍA COMO
ALTERNATIVA TRANSVERSAL DE ENSEÑANZA EN ESTUDIANTES DE CICLO V Y VI
DE EDUCACIÓN MEDIA ACADÉMICA

SANDRA MILENA VILLALOBOS

52761581

TRABAJO DE GRADO

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Especialización en Biotecnología Agraria

Bogotá, 3 de julio de 2018

Agradecimientos

A la docente Myriam Janeth Ortega, por su excelente dirección en el desarrollo de este proyecto, por sus asesorías constantes, su enseñanza, nos ha sabido entender y guiar pacientemente en este proceso.

Al Instituto Tecnisistemas, su representante la rectora Luz Stella Torres por abrir sus aulas para la aplicación de esta propuesta, a los docentes Diana, Andrés y Jessica por sus aportes y a todos los estudiantes que participaron en las actividades

A mi familia, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento, por alegrarse de nuestros triunfos y llorar a nuestro lado nuestras derrotas, por ser el mejor ejemplo

Resumen

El siguiente trabajo es el resultado de un proceso de consulta, diseño, aplicación y retroalimentación de un módulo transversal de biotecnología para estudiantes de los ciclos V y VI de la institución educativa Colegio Tecnisistemas.

El método consistió en partir de los conocimientos previos tanto de estudiantes como docentes de distintas áreas acerca de conceptos básicos e influencia en la sociedad actual de la biotecnología, a partir de estos conocimientos se diseñaron una serie de actividades que se abordaron desde las áreas de ciencias naturales, sociales y humanidades para dar una visión global de lo que se conoce en la actualidad como procesos biotecnológicos no solo desde la base científica sino también las implicaciones sociales, éticas, económicas y ambientales que se generan alrededor de estas prácticas.

Tabla de Contenido

0. Introducción	1
1. Problema	2
2. Antecedentes	3
3. Justificación	5
4. Objetivos	7
4.1 General	7
4.2 Específicos	7
5. Marco referencial	8
5.1 Definición de biotecnología	8
5.2 Aplicaciones de la biotecnología	9
5.3 Influencia de la biotecnología en la sociedad	14
5.4 Definición de educación	16
5.5 Enseñanza de las ciencias	18
5.6 Biotecnología y educación	19
6. Diseño metodológico	21
6.1 Indagación de preconceptos	21
6.2 Diseño y aplicación del módulo	22
6.3 Evaluación final	22
6.4 Triangulación	23
7. Resultados	25
7.1 Indagación de preconceptos	25
7.1.1 Docentes	25
7.1.2 Estudiantes	28
7.2 Diseño del módulo	32
7.3 Aplicación del módulo	32
7.4 Evaluación final	33
7.4.1 Encuesta a docentes	33
7.4.2 Encuesta a estudiantes	37
7.5 Triangulación	41
8. Discusión	55

9. Conclusiones 57
10. Lista de referencias 58

Lista de tablas

Tabla 1 Algunos medicamentos biotecnológicos (Fraguas & Savio Quevedo, 2008)	11
Tabla 2. Principales características del modelo de enseñanza para la comprensión (Morales, 2009)	19
Tabla 3 Correlación para triangulación de respuestas.....	23
Tabla 4 Triangulación respuestas de estudiantes	42

Lista de Figuras

Figura 1 Técnica de ADN recombinante (Cultek S.L.U, 2006)	10
Figura 2 <i>Ejemplos de organismos transgénicos (Ejemplos de organismos transgénicos, 2017)</i>	11
Figura 3 Parámetros básicos de Biorremediación (Martín & Rodríguez Gallegos)	12
Figura 4 Clasificación de la biotecnología de acuerdo a su campo de aplicación (Chaparro Giraldo, y otros, 2013).....	13
Figura 5 Gráfica estadística área de desempeño	25
Figura 6 Gráfica estadística pregunta 2 encuesta preconceptos	26
Figura 7 Gráfica estadística pregunta 3 encuesta preconceptos	26
Figura 8 Gráfica estadística pregunta 5 encuesta preconceptos	27
Figura 9	27
Figura 10 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 1 segunda encuesta.....	37
Figura 11 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 3 segunda encuesta.....	38
Figura 12 Figura 13 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 4 segunda encuesta.....	38
Figura 14 Figura 15 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 5 segunda encuesta.....	39
Figura 16 Figura 17 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 6 segunda encuesta.....	40
Figura 18 Figura 19 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 8 segunda encuesta	41
Figura 20. Análisis estadístico de cambio conceptual en los estudiantes a los que se les aplico el módulo de Biotecnología transversal	51

0. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO define la biotecnología como “*el conjunto de técnicas que permiten al hombre aprovechar la capacidad de ciertos seres vivos para la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad*”, sin embargo son múltiples las definiciones que se encuentran alrededor de este concepto, pero más allá de las definiciones lo verdaderamente importante es el aporte a la humanidad que en la actualidad realizan los procedimientos biotecnológicos, estos se ven reflejados en diversos campos como: medicina, agricultura, industria, ecología entre otros.

Debido a la influencia acelerada que ha experimentado la biotecnología en la vida del ser humano ha generado interés en los procesos de educación en los distintos niveles, se hace necesario que los ciudadanos conozcan acerca de las aplicaciones de la biotecnología y como afectan sus actividades para tomar una posición consciente alrededor de los debates que pueden generar las prácticas biotecnológicas.

Frente a la situación anterior se plantea el diseño de un módulo de biotecnología para aplicar a estudiantes de educación media, partiendo de sus preconceptos y guiándolos al conocimiento científico a través de las asignaturas de lengua castellana, ciencias sociales y ciencias naturales.

1. Problema

El sistema educativo colombiano en la actualidad está pasando por una etapa de reflexión en cuanto a la pertinencia de los contenidos y métodos de enseñanza que se aplican en las aulas, principalmente en los niveles de educación básica y media.

Se ha convertido en un reto para los docentes que la asignatura que orientan más allá de enfocarse en llenar al estudiante de conceptos les brinde herramientas útiles para su vida y formen personas con capacidades críticas que aporten a nuestra sociedad.

La biotecnología y todos los avances a su alrededor han tomado un importante papel en el ámbito social, económico y ambiental, por lo tanto, su enseñanza en distintos niveles de educación ha sido de mayor interés, ejemplo en Latinoamérica se ha creado la red BIOEDUCAR que busca generar estrategias didácticas para la enseñanza de la biotecnología en las aulas de clase (Espinel Barrero, 2015).

Sin embargo y a pesar de los avances y esfuerzos en la enseñanza de la biotecnología aún se observa que se trabaja desde asignaturas como biología y química de forma descontextualizada perdiéndose en la simple exposición de conceptos debido a que no se tiene claro que enseñar y como enseñarlo. Por esta razón y sobre la base de la Ley 115 “Ley General de Educación” en donde se crean los proyectos transversales en educación básica y media se plantea el siguiente problema de investigación ***¿Cómo asocian los estudiantes de ciclo V y VI del Colegio Tecnisistemas conceptos básicos de biotecnología con escenarios científicos, sociales y ambientales del país?***

Para dar respuesta al problema se propuso el diseño, aplicación y evaluación de un módulo de biotecnología abordándolo desde las asignaturas de química, ciencias políticas y lengua castellana en los grados mencionados de la institución

2. Antecedentes

Se iniciará la revisión del estado de la enseñanza de la biotecnología en básica y media con una visión global para finalmente centrar el interés en Colombia y su sistema educativo.

A raíz de los avances biotecnológicos y la influencia de sus prácticas en la sociedad mundial la UNESCO publicó en 1990 el libro *Teaching Biotechnology in School* como resultado de una conferencia en Alemania 1989 sobre biotecnología y educación, al tiempo en el Reino Unido se adelantaban estudios alrededor del impacto de la enseñanza de la biotecnología en las escuelas, en uno de los informes presentados se evidencian el interés de los docentes por su enseñanza pero también revela la falta de preparación de los profesores frente a estos temas y la poca aceptación ante conceptos como ingeniería genética y clonación (Roa Acosta & Valbuena Ussa, 2013).

Otro aporte importante en la enseñanza de la biotecnología en Europa fue la creación de EIBE (European Initiative on Biotechnology Education) en 1991, que se dedicó a crear material didáctico para jóvenes entre 16 y 19 años entre 1996 y el 2000, este material estaba disponible en internet para su consulta y en Latinoamérica y España la Red Iberoamericana de Educación en Biotecnología Agroalimentaria BioEDUCAR, de la cual hacen parte Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Cuba, Ecuador, España, México y Venezuela (Espinel Barrero, 2015) y han desarrollado estrategias para la enseñanza de la biotecnología de las aulas en educación media a nivel de pregrado.

En Latinoamérica en la década de los noventa también inicio el auge de la enseñanza de la biotecnología principalmente en países que cuentan con riqueza biológica como Colombia y que han adelantado estudios en este campo.

Algunos aportes importantes en el país son:

La creación del instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional que ha trabajado en varios colegios en el Distrito y en distintos municipios para abordar la enseñanza de la biotecnología. También cuenta con los grupos Bio-Educación y Biosec que por más de 10 años han promovido en el país la incorporación de la biotecnología en el currículo de ciencias naturales a partir de un modelo constructivista de educación (Espinel Barrero, 2015)

Grupo de biotecnología y educación de la Universidad Pedagógica Nacional que ha propuesto varias aplicaciones de unidades didácticas en instituciones educativas y ha fomentado la formación en biotecnología de docentes de biología

A pesar de que se ha avanzado en el País en busca de llevar a las aulas de bachillerato los conceptos y aplicaciones de la biotecnología aún no se cuenta con una política clara de educación del tema y más allá se observa que los docentes en su formación no cuentan con las herramientas para dirigir esta cátedra, a la fecha se trabaja como elementos aislados dentro del área de ciencias naturales, en especial la biología pero debido los avances en el campo biotecnológico y a la necesidad creciente de alfabetizar a los ciudadanos en ciencias son mayores los esfuerzos que realizan instituciones como las que se nombraron anteriormente para estructurar la enseñanza en este campo.

3. Justificación

El sistema educativo colombiano está orientado por la Ley 115 de 1994 conocida como “Ley General de Educación”, en donde se plantean distintos niveles de educación obligatorios en nuestros niños y jóvenes, estos son: preescolar, educación básica y educación media. En el artículo 30 de esta Ley se establecen los objetivos de la educación media académica, entre ellos se enumera:

- a) *La profundización en un campo del conocimiento o en una actividad específica de acuerdo con los intereses y capacidades del educando;*
- b) *La profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales;*
- c) *La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social;*
- d) *El desarrollo de la capacidad para profundizar en un campo del conocimiento de acuerdo con las potencialidades e intereses;*
- e) *La vinculación a programas de desarrollo y organización social y comunitaria, orientados a dar solución a los problemas sociales de su entorno;*
- f) *El fomento de la conciencia y la participación responsables del educando en acciones cívicas y de servicio social;*
- g) *La capacidad reflexiva y crítica sobre los múltiples aspectos de la realidad y la comprensión de los valores éticos, morales, religiosos y de convivencia en sociedad.*

Al realizar la lectura de los objetivos anteriores notamos que la educación media busca formar a nuestros jóvenes de manera integral para que sean seres sociales capaces de afrontar, aportar y tener una visión crítica de las diversas situaciones y cambios que se presentan en la sociedad en entornos científicos, sociales y económicos.

Sin embargo la realidad se aleja de este ideal, en la actualidad se observa que la escuela más allá de ser un sitio de aprendizaje y desarrollo de competencias ha fijado sus metas en memorizar y mecanizar situaciones que generalmente los estudiantes no reflejan en su cotidianidad, además no hay una articulación de las 15 asignaturas básicas que deben tomar los estudiantes en el colegio lo que ha ocasionado que finalmente los objetivos de los jóvenes se fijen en alcanzar una nota aprobatoria y no un aprendizaje útil para sus vidas.

En este punto se puede hablar de un conjunto de prácticas con importante influencia en distintos campos, entre ellos: la farmacia, la agricultura e industria de combustibles y alimentos, la biotecnología ha surgido alrededor del uso de organismos vivos para modificar características físicas, químicas y/o biológicas de otros organismos con el fin de proporcionar mejoras útiles para la humanidad, por lo tanto es un tema que debería ser abordado desde la enseñanza de la educación media para articular conceptos científicos, sociales, económicos y ambientales proporcionando una visión amplia y no solo desde la visión de las ciencias naturales como la biología y la química.

4. Objetivos

4.1 General

Evaluar la pertinencia de la enseñanza de conceptos de biotecnología en estudiantes de nivel media a través del diseño y aplicación de un módulo que aborde estas prácticas desde su concepción transversal e impacto social.

4.2 Específicos

- Indagar los conceptos previos de biotecnología de docentes de distintas áreas de educación media.
- Diseñar un módulo transversal de enseñanza de biotecnología para estudiantes de nivel media académica.
- Aplicar un módulo transversal de enseñanza de biotecnología a estudiantes de nivel media académica involucrando a docentes de distintas áreas de educación media.
- Evaluar el impacto en los estudiantes de nivel media académica frente al desarrollo de los avances biotecnológicos que se presentan en la actualidad.
- Evaluar la pertinencia de la enseñanza de la biotecnología como proyecto transversal en el nivel media académica de la institución educativa Colegio Tecnisistemas.

5. Marco referencial

5.1 Definición de biotecnología

En 1982 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE en un informe definió la biotecnología como la “aplicación de los principios científicos y técnicos al tratamiento de los materiales por los agentes biológicos para obtener bienes y servicios”

(MUNICIO, s.f.)

Municio divide la historia de la biotecnología en tres momentos:

La primera etapa desde el inicio de la cultura humana hasta el siglo XVIII, debido a la necesidad de adaptación del hombre a la naturaleza, con el paso al sedentarismo y el establecimiento de la agricultura el hombre creó procesos en que aprovechó los demás seres vivos para mejorar sus condiciones y poder sobrevivir, en este caso se habla de procesos como la fermentación del pan y el vino.

La segunda etapa desde comienzos de la revolución científica, con el fortalecimiento de las bases de la experimentación química gracias a los aportes de Lavoisier y los principios de la combustión basada en el oxígeno hasta la maduración de la bioquímica y la aparición de la biología molecular.

Finalmente, la tercera etapa durante el siglo XX que en sus inicios se ha basado en el estudio del comportamiento y aplicación de enzimas principalmente para la modificación y mejora de la industria alimentaria y en la segunda parte del siglo con los descubrimientos alrededor del ADN han centrado sus técnicas en la manipulación y modificación de esta molécula para transferir características deseadas de un organismo a otro.

Esta última etapa se caracteriza también por el creciente debate ético, social y económico que se ha generado alrededor de la manipulación del ADN a pesar de que a lo largo de la historia del desarrollo de la biotecnología ha tenido influencia sobre la sociedad.

De acuerdo a la evolución de las técnicas y prácticas biotecnológicas en 2005 se propone una nueva definición OCDE (Chaparro Giraldo, y otros, 2013)

“Biotecnología es la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como a parte de ellos, productos y modelos, para alterar material vivo y no vivo, para la producción de conocimiento, bienes y servicios”

Actualmente la definición de la biotecnología no se puede limitar a un conjunto de prácticas utilizando seres vivos para generar modificaciones en otros, si no como un conjunto de actividades interdisciplinarias en la que confluyen el campo de conocimientos y técnicas de distintas ciencias que tienen influencia en diversos campos de la sociedad como lo son: la agricultura, la medicina, la industria alimentaria, la salud humana, la ecología y el medio ambiente por nombrar solo algunos.

5.2 Aplicaciones de la biotecnología

La biotecnología moderna ha encontrado en los microorganismos la principal materia prima para desarrollar sus prácticas, ejemplo de esto es una de las técnicas con más amplia aplicación en transformaciones génicas, el ADN recombinante, que consiste en la transformación de ADN a partir de moléculas distintas que distribuyen su información. El procedimiento básico se observa en la figura 1.

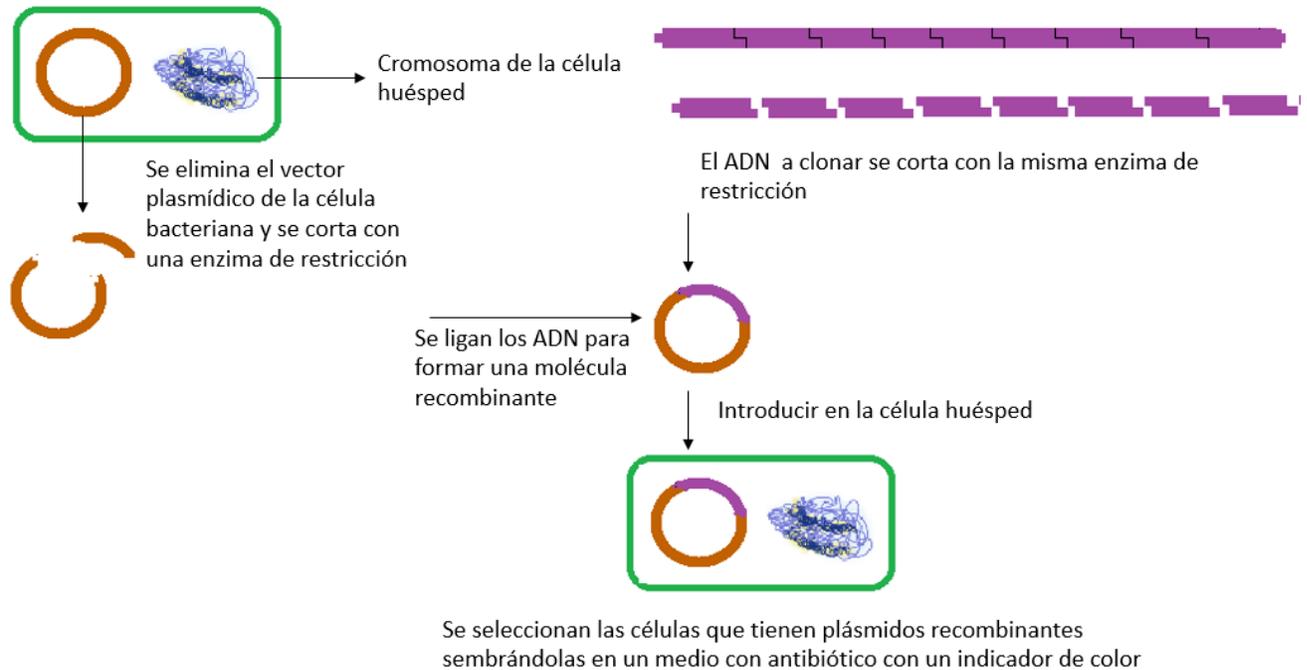


Figura 1 Técnica de ADN recombinante (Cultek S.L.U, 2006)

Esta técnica ha sido la base de avances biotecnológicos en distintos campos, principalmente en la agricultura para la obtención de organismos transgénicos que tengan mejor rendimiento, características físicas de interés y resistencia a patógenos. Generalmente se aplican a plantas y animales de interés comercial y por lo tanto toman importancia a nivel económico, pero también se consolidan como una alternativa en el cuidado del medio ambiente ya que ayudan a reducir el uso de productos sintéticos que pueden alterar el equilibrio de los ecosistemas en los cultivos

En la figura 2 se pueden observar algunos organismos producidos bajo esta técnica.



Figura 2 Ejemplos de organismos transgénicos (Ejemplos de organismos transgénicos, 2017)

Igualmente, en la industria farmacéutica se han desarrollado de forma sintética en el laboratorio hormonas, medicamentos, vacunas y anticuerpos importantes para el cuidado de la salud del ser humano. En la tabla 1 se observan algunas aplicaciones

Tabla 1 Algunos medicamentos biotecnológicos (Fraguas & Savio Quevedo, 2008)

HORMONAS/ENZIMAS
Factores de crecimiento (G-CSF, factor de crecimiento hematopoyético)
Hormonas para fertilidad asistida
Insulina humana
Enzimas (L-apariginasa, tripsina, quimiotripsina)
ANTICUERPOS MONOCLONALES
Rituximab
Ibritumomab
CITOQUINONAS
Interleuquinas
Interferones
VACUNAS Y ANTÍGENOS
Vacuna del HPV
Antígeno de la hepatitis B
OLIGONUCLEOTIDOS ANTI-SENTIDO
Fomivirsen
TERAPIA CELULAR
Condrocitos autólogos cultivado

Por otro lado nuevas técnicas que no incluyen manipulación o modificación de ADN pero si el uso de microorganismos se han consolidado fuertemente en el cuidado del medio ambiente, es el caso de la biorremediación, esta técnica aprovecha el metabolismo natural de bacterias para eliminar de los ecosistemas sustancias extrañas que alteran y contaminan el medio ambiente, su aplicación es bastante amplia, puede ser aplicada en medios sólidos, líquidos o gaseosos, sobre contaminantes como: hidrocarburos, compuestos nitro aromáticos, metales pesados y compuestos organofosforados (Martín & Rodríguez Gallegos). Los parámetros básicos de la biorremediación se observan en la figura 3

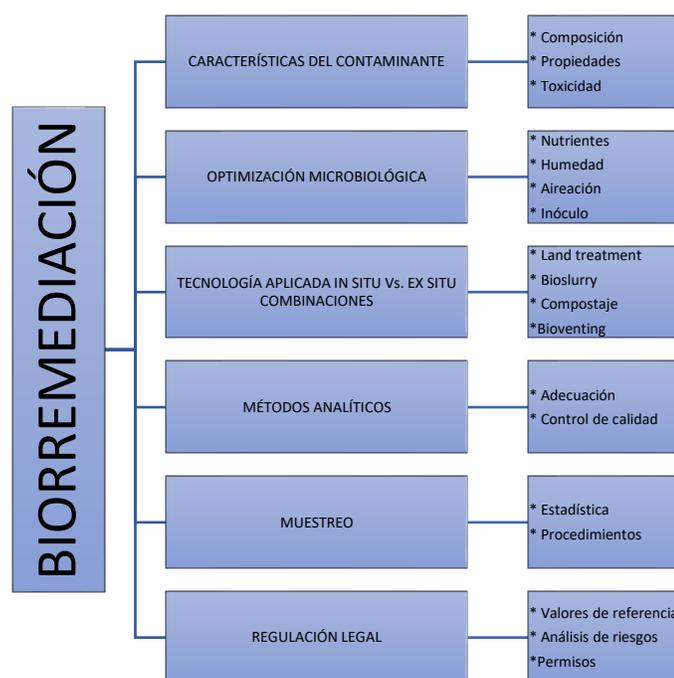


Figura 3. Parámetros básicos de Biorremediación (Martín & Rodríguez Gallegos)

Otras aplicaciones biotecnológicas son las asociaciones simbióticas que se producen entre plantas y microorganismos para mejorar la producción de cultivos comerciales de interés, aunque esta se da naturalmente en muchos medios, se han venido estudiando estas relaciones que pueden aplicarse en la agricultura para disminuir el uso de fertilizantes sintéticos que alteran las

condiciones del medio ambiente, igualmente el uso de algunas bacterias que transforman los sustratos de plantas en alcohol para la producción de combustibles distintos a los hidrocarburos que reducen la producción de CO₂ es una aplicación más de la biotecnología.

En la actualidad se realiza una clasificación de la biotecnología en 4 campos (Chaparro Giraldo, y otros, 2013)

- Biotecnología roja: aplicaciones en salud
- Biotecnología verde: aplicaciones en la agricultura
- Biotecnología blanca: aplicaciones para la industria y el ambiente
- Biotecnología azul: la acuicultura, esta última se incluyó dentro de la

biotecnología verde reconociendo las limitaciones en este campo.

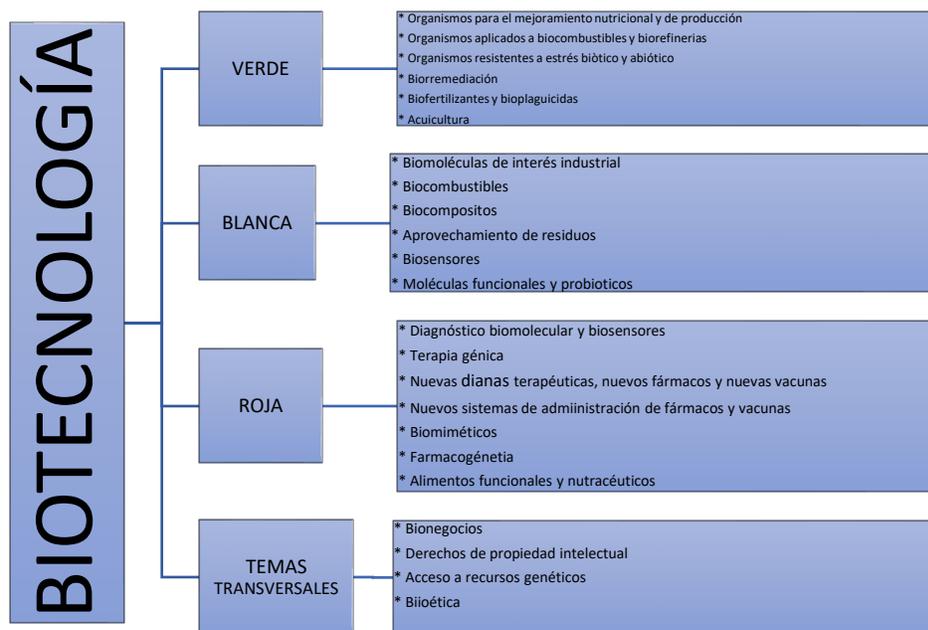


Figura 4 Clasificación de la biotecnología de acuerdo a su campo de aplicación (Chaparro Giraldo, y otros, 2013)

5.3 Influencia de la biotecnología en la sociedad

Como se dijo anteriormente el desarrollo de la biotecnología se ve ligada a la evolución del ser humano, el hombre en el proceso de adaptación al planeta y sus condiciones aprendió como utilizar la naturaleza y los demás seres que habitan el planeta para su beneficio, pero ha llegado a un punto máximo en el que está alterando en tal grado la naturaleza que no permite su recuperación y por lo tanto está poniendo en peligro su propia existencia. (Estevez)

Acontecimientos como el establecimiento de la agricultura, la pasteurización, el descubrimiento de la penicilina y el descubrimiento de la estructura del ADN marcaron la historia de la humanidad en torno a los procesos biotecnológicos y es allí donde inicia el debate alrededor de la manipulación de la naturaleza y la vida.

Visto con buenos ojos por algunos que contemplan la biotecnología como la solución frente a los graves problemas ambientales que enfrenta el planeta en la actualidad o a problemas sociales como la hambruna en continentes con extrema pobreza como África, o la base para encontrar la cura a enfermedades hasta el momento incurables demuestran la fuerte influencia que puede llegar a tener esta disciplina a nivel mundial.

Sin embargo, la incertidumbre frente al poder que tiene la manipulación de la vida a partir de las técnicas biotecnológicas genera un ambiente de temor y abre el debate ético frente a cuáles son los límites que debe tener el hombre frente los descubrimientos que realiza con el pasar de los años y también como el beneficio de todos estos descubrimientos no son exclusivos solo para algunos si no que deben ser distribuidos de forma equitativa a nivel mundial.

Son diversas las opiniones, lo único cierto es que la biotecnología afecta y seguirá afectando todos los campos de nuestra sociedad, lo cultural, ambiental, económico, político y ético.

Por otro lado al realizar un acercamiento a las condiciones de nuestro país, se contempla la riqueza biológica del territorio y como lo expone (Bolívar Zapata, 2004) en este momento en el Planeta esa riqueza se deriva del proceso de evolución de las especies, ha sido descrito aproximadamente el 10% y esta cantidad representa la fuente de información para la producción de proteínas, compuestos secundarios y bioestructuras con aplicación médica, industrial y agrícola. Colombia junto a Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela forma parte del denominado Grupo de países megadiversos (Sistema de Información Ambiental de Colombia, s.f.) por lo tanto cuenta con un gran potencial para promover el estudio y los avances en todos los campos que se expusieron anteriormente y de esta forma abrir las puertas a nuevas oportunidades científicas y económicas,

De igual manera (Bolívar Zapata, 2004) explica como el impacto de la biotecnología en un futuro se convierte en alternativa de sistemas de producción y cambio en la economía de los países con las características biológicas de Colombia y por lo tanto mejora su competitividad a nivel internacional asegurando la preservación de sus recursos. Por lo tanto se hace necesario que los ciudadanos entiendan el avance, la importancia y la fuerte influencia que puede ejercer el estudio biotecnológico en su cotidianidad desde los aspectos positivos como negativos, pero esto se logra llevando el conocimiento básico que le permita a la ciudadanía tomar una postura consciente frente a la realidad biotecnológica.

5.4 Definición de educación

Al intentar definir el concepto de educación son muchas las opiniones que podemos encontrar (Concepto de educación, 2009):

ARISTÓTELES: "La educación consiste en dirigir los sentimientos de placer y dolor hacia el orden ético".

AZEVEDO: "La educación es un proceso de transmisión de las tradiciones o de la cultura de un grupo, de una generación a otra".

RUFINO BLANCO: "Educación es evolución, racionalmente conducida, de las facultades específicas del hombre para su perfección y para la formación del carácter, preparándole para la vida individual y social, a fin de conseguir la mayor felicidad posible".

COMTE: "La educación es la manera de aprender a vivir para otros por el hábito de hacer prevalecer la sociabilidad sobre la personalidad".

DEWEY: "La educación es la suma total de procesos por medio de los cuales una comunidad o un grupo social pequeño o grande transmite su capacidad adquirida y sus propósitos con el fin de asegurar la continuidad de su propia existencia y desarrollo".

DILTHEY: "La educación es la actividad planeada por la cual los profesores forman la vida anímica de los seres en desarrollo".

DURKHEIM: "La educación tiene por misión desarrollar en el educando los estados físicos, intelectuales y mentales que exigen de él la sociedad política y el medio social al que está destinado".

GARCÍA HOZ: "La educación es el perfeccionamiento intencional de las potencias específicamente humanas".

PLATÓN: "Educar es dar al cuerpo y al alma toda la belleza y perfección de que son capaces".

RUIZ AMADO: "Por educación entendemos la formación consciente de las nuevas generaciones conforme a la cultura y al ideal de cada pueblo y época'.

SPENCER: "La función de educar es el proceso de preparar al hombre para la vida completa".

SUCHODLSKI: "El contenido esencial de la educación estriba, sobre todo, en formar un hombre capaz de elevarse al nivel de la civilización moderna, o sea, de encontrar el sentido de la vida en este nuevo mundo".

TUSQUETS: "La educación es la actualización radicalmente humana que auxilia al educando para que, dentro de sus posibilidades personales y de las circunstancias, viva con la mayor dignidad y eficiencia".

ZARAGÜETA: "La educación es la acción de un espíritu sobre sí mismo o sobre otro, para el logro de una forma instructiva y educativa".

Sin embargo se resalta la reflexión que hace la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI en el informe a la UNESCO "La educación encierra un Tesoro" en este cita que: *"la educación tiene como misión permitir a todos hacer fructificar sus talentos y todas sus capacidades de creación, lo que implica que cada uno pueda responsabilizarse de sí mismo y realizar su proyecto personal"*, tarea difícil en la sociedad actual que gira a un ritmo acelerado en que los avances tecnológicos y científicos son cada vez más impresionantes y tienen fuerte influencia en el sector económico pero también que son distribuidos de forma desigual a nivel

mundial, solo algunos son privilegiados con el acceso a los avances mencionados y por lo tanto sus recursos económicos se fortalecen, esta brecha es la que está llamada a romper la educación.

Por lo anterior se hace necesario entender la educación no solo como una transmisión de conocimientos que se realiza al interior de un plantel y que se ha establecido jerárquicamente por distintos niveles, en el caso de nuestro país educación básica, media y superior, si no como un proceso permanente en el que el sujeto aprende a conocer, hacer y ser lo que le permite al individuo asumir su responsabilidad personal con la realización de un colectivo. (DELORS)

5.5 Enseñanza de las ciencias

Pozo & Gómez exponen la necesidad de pasar de una concepción de enseñanza de las ciencias basada en transmisión de datos a la comprensión de esos datos, todas las ciencias a lo largo de su historia se han construido bajo la acumulación de conceptos que fortalecen su campo de conocimiento y el currículo escolar se construye bajo esa construcción, sin embargo la educación ha caído en el punto de transmitir datos que generalmente los estudiantes repiten pero no son capaces de comprender y aplicar en su cotidianidad (Pozo Municio & Gómez Crespo).

Debido a lo anterior en educación surge lo que se conoce como modelos didácticos que son una construcción teórica que basada en supuestos científicos e ideológicos, pretende interpretar la realidad escolar y dirigirla hacia unos determinados fines educativos (Ocaña, 2009). En este trabajo se abordará el modelo de enseñanza para la comprensión, sus principales características se resumen en la tabla 2

Tabla 2. Principales características del modelo de enseñanza para la comprensión (Morales, 2009)

OBJETO	Promover una visión integral de las ciencias y presentar a los estudiantes contenidos que permitan su desarrollo cognitivo
PAPEL DEL PROFESOR	Motiva el aprendizaje de los alumnos involucrados en desempeños de comprensión que exigen que éstos apliquen, amplíen y sinteticen lo que saben, y controla y promueve el avance de los estudiantes por medio de evaluaciones diagnósticas continuas de sus desempeños, con criterios directamente vinculados con las metas de comprensión
PAPEL DEL ESTUDIANTE	Explicar, justificar, extrapolar y aplicar un tópico en diferentes situaciones.
CONTENIDOS	Contenidos generativos: Determinar el contenido del currículo socialmente relevante, culturalmente pertinente y personalmente significativo se vincula necesariamente con los intereses y necesidades, preocupaciones y experiencias que se ocupan los educandos en su vida cotidiana
COMO ENSEÑA	Interacción estudiante-maestro, por medio de experiencias prácticas, presentando a los alumnos situaciones de su vida cotidiana, con el objetivo de que logren comprobar o refutar su conocimiento ellos mismos.
EVALUACIÓN	Evaluación diagnóstica continua

5.6 Biotecnología y educación

Con el recorrido teórico que se ha realizado hasta este punto en cuanto a biotecnología y educación se puede decir que la enseñanza de la biotecnología en todos los niveles de educación se hace necesario, como se describió anteriormente la biotecnología tiene influencia en diversos campos de la sociedad y la educación se encarga de brindar herramientas al individuo para actuar responsablemente en su sociedad, por lo tanto, la unión de estos dos conceptos se intensifica.

Los primeros en proponer un acercamiento entre enseñanza y biotecnología fueron la UNESCO en 1990 junto con la Comisión de Educación en Biología, en el informe que publicaron expresan que *“los profesores ven la importancia de la enseñanza de la biotecnología debido a su influencia social pero también que se ven limitados por la falta de conocimiento en torno a las*

temáticas y como incorporarlas en el currículo y planes de estudio” (Roa Acosta & Valbuena Ussa, 2013)

Igualmente, como se expone en la revisión de antecedentes en nuestro país también se ha iniciado un proceso de incorporación de enseñanza de la biotecnología en la escuela, sin embargo, se presenta la misma limitación se adjudica su enseñanza a los profesores de ciencias naturales, ya sea biología o química, pero solo se trabaja desde conceptos sueltos que aplican a cada una de las asignaturas dejando a un lado la esencia de la influencia que tiene en la sociedad. Por lo anterior en sus conclusiones (Roa Acosta & Valbuena Ussa, 2013) hablan de la necesidad de realizar un análisis minucioso del conocimiento biotecnológico, la acción didáctica en el aula, la selección, organización, secuenciación y estructuración de contenidos, la evaluación y la relación con otras disciplinas para generar en la sociedad un pensamiento biotecnológico ilustrado, responsable y con la capacidad de decidir frente a sus prácticas.

Tomando en cuenta que en Colombia, como informa (Espinel Barrero, 2015) se viene avanzando en el campo de la biotecnología hace aproximadamente 25 años con la creación del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional que lidera y promuévela investigación en el área y socializar los conocimientos adquiridos y en 1999 se generó el Plan Estratégico de la Biotecnología en Colombia 1999-2002, mediante el cual se busca facilitar la inserción de esta tecnología como componente del desarrollo socioeconómico del país se hace necesario avanzar en la alfabetización científica. Roa-Acosta, apoyado en Grevechova defiende la necesidad de introducir este campo de conocimiento en la educación inicial de los jóvenes que les permita tener un acercamiento de los fundamentos moleculares de la vida y una visión de como la naturaleza recurre a ella misma para solucionar sus problemas. Sin embargo, como se menciona anteriormente los docentes de ciencias naturales no cuentan con las herramientas para afrontar este reto

6. Diseño metodológico

Se realizó un estudio cuanti-cualitativo de enseñanza de la Biotecnología en aulas de bachillerato, concretamente en los dos últimos ciclos de formación. Para esto se iniciará el trabajo con los docentes de distintas áreas para conocer cuál es la percepción que tienen acerca de los avances biotecnológicos, su impacto en la sociedad y la necesidad de educar en este campo.

A partir de esta consulta previa se diseñó un módulo de enseñanza de Biotecnología en donde se aborden conceptos y técnicas de forma transversal

6.1 Indagación de preconceptos

El Colegio Tecnisistemas es una institución que ofrece el servicio educativo de bachillerato por ciclos, esta en siete localidades de Bogotá y tres municipios de Cundinamarca aledaños a la Capital, la institución tiene mas de 20 años ofreciendo una alternativa de educación a los ciudadanos, cuenta con amplia experiencia en el sector y ha venido fortaleciendo sus procesos académicos y administrativos a través de la evaluación continua y su Sistema de Gestión de Calidad que inicio en 2015.

Para iniciar en la institución se realizaron dos encuestas, una dirigida a docentes (Anexo 1) de todas las áreas del conocimiento de la institución en las sedes Ferias y Venecia para conocer sus ideas previas acerca del concepto de biotecnología y la pertinencia en la enseñanza de educación media.

La segunda (Anexo 2) dirigida a estudiantes de ciclo V y VI de la sede Venecia con la misma finalidad, consultar las ideas previas de los estudiantes acerca del concepto y prácticas de biotecnología.

La población que participó en este estudio se caracteriza por ser estudiantes de estratos 1 a 3 entre 17 y 25 años que han presentado distintas situaciones adversas en la educación de colegios tradicionales y por lo tanto buscan en la educación por ciclos una alternativa para culminar su bachillerato, cabe aclarar que a pesar de que el bachillerato por ciclo es acelerado el currículo de la institución contempla todas las áreas del conocimiento de educación secundaria y además los contenidos planteados en los estándares curriculares de Ministerio de Educación Nacional

Los resultados se analizaron con la herramienta ATLAS TI para análisis cualitativo utilizando la opción nube de palabras.

6.2 Diseño y aplicación del módulo

Tomando elementos del modelo didáctico de Enseñanza para la comprensión se diseñó el módulo de enseñanza de biotecnología (Anexo 3) teniendo en cuenta el desarrollo histórico para estructurar las temáticas de las actividades, tomando cuatro momentos:

- Fermentación: inicios de la biotecnología
- El ADN y el mapa genético, camino a la biotecnología moderna
- Mundo microbiológico
- Aplicaciones de la biotecnología

Se organizaron actividades que se abordan desde las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales y humanidades en busca de revisar cada tema de forma transversal

6.3 Evaluación final

Se aplicó una encuesta final a docentes (Anexo 4) y estudiantes (Anexo 5) para conocer su nivel de entendimiento de los conceptos trabajados a lo largo del módulo, se analizaron las

respuestas revisando las tendencias con el apoyo del software ATLASTI.

6.4 Triangulación

La triangulación es un método utilizado en trabajos cualitativos que busca comparar los datos obtenidos aplicando distintas metodologías y de esta forma disminuir la posibilidad de malos entendidos al ampliar y profundizar la comprensión de la información obtenida. (Okuda Benavides & Gómez Restrepo, 2005)

En este trabajo se aplicó una triangulación de tiempo, a partir de una tabla de correlación (tabla 3) triangularon las respuestas previas (antes), desarrollo del módulo (durante) y la encuesta final (después) para evaluar el nivel de apropiación y cambio conceptual de los estudiantes.

Tabla 3 Correlación para triangulación de respuestas

Va dirigido a:	Preconceptos (Antes)	Actividad (Durante)	Cambio conceptual (Después)
Conceptos comunes de biotecnología	Define con tus propias palabras el término biotecnología	Fermentación: inicios de la biotecnología	Explica que es biotecnología y como influencia la vida del ser humano en sus actividades normales ¿Cómo consideras que los procesos biotecnológicos influyen en los ámbitos políticos y económicos de la sociedad colombiana?
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	¿Consideras que en tu diario vivir estas relacionado con la biotecnología?	Fermentación: inicios de la biotecnología	
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	De las siguientes afirmaciones elige las que consideres están relacionadas con técnicas o avances biotecnológicos	Todas las actividades	¿Los procesos biotecnológicos consisten únicamente en manipulación y modificación de ADN? ¿Por qué?
Conocimiento de información genética y herencia	¿Qué es el ADN?	El ADN y el mapa genético, camino a la biotecnología moderna	¿Qué relación existe entre ADN y técnicas biotecnológicas?
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	¿Has escuchado hablar de técnicas relacionadas con la manipulación del ADN en la actualidad?	Aplicaciones de la biotecnología	
	¿Cuáles?		
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	¿Cómo explicas la relación existente entre el hombre y los microorganismos como bacterias y hongos?	Mundo microbiológico	¿Cuál es la importancia de los microorganismos en la vida del hombre?

Va dirigido a:	Preconceptos (Antes)	Actividad (Durante)	Cambio conceptual (Después)
	<p>¿Has escuchado hablar del uso de microorganismos en la industria?</p> <p>¿En qué casos?</p>		
<p>Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país</p>	<p>Países como Colombia poseen una inmensa riqueza representada en la biodiversidad (variedad de seres vivos) que existe en su territorio, en las últimas décadas esta posición privilegiada de nuestro país entre otros ha generado el interés de industrias que desarrollan procesos biotecnológicos. ¿Cómo explicarías ese creciente interés de la riqueza biológica de nuestro territorio para los procesos biotecnológicos?</p>	<p>Aplicaciones de la biotecnología</p>	<p>¿Por qué consideras que Colombia es un país privilegiado para la investigación biotecnológica?</p> <p>¿Cómo consideras que los procesos biotecnológicos influyen en los ámbitos políticos y económicos de la sociedad colombiana?</p>

7. Resultados

7.1 Indagación de preconceptos

7.1.1 Docentes

La encuesta fue respondida por 8 docentes de la institución distribuidos de la siguiente forma:

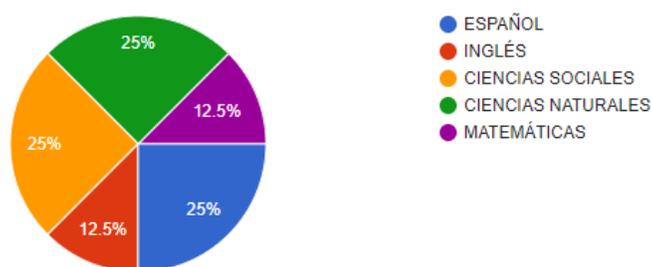


Figura 5 Gráfica estadística área de desempeño

1. Con sus propias palabras defina el concepto biotecnología

Entre las distintas respuestas que dan los profesores de la institución las palabras con mayor incidencia son:

- Tecnología
- Procesos
- Aplicados
- Biológicos

2. De los siguientes conceptos ¿Cuál o cuáles relaciona con biotecnología?

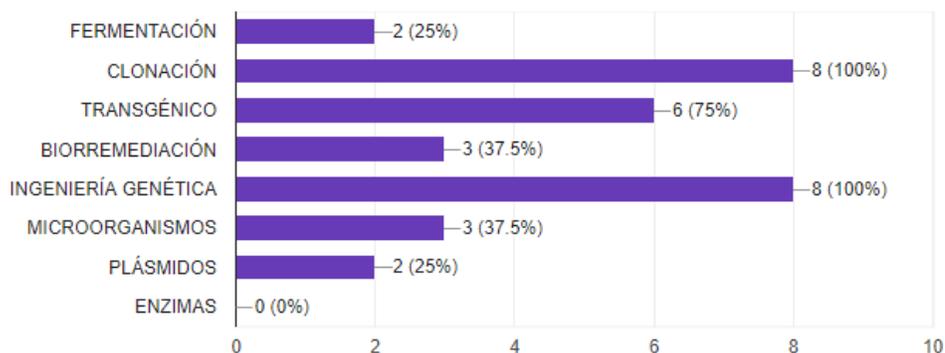


Figura 6 Gráfica estadística pregunta 2 encuesta preconceptos

3. ¿Considera que trabajar proyectos transversales en el aula contribuyen al aprendizaje de los estudiantes?

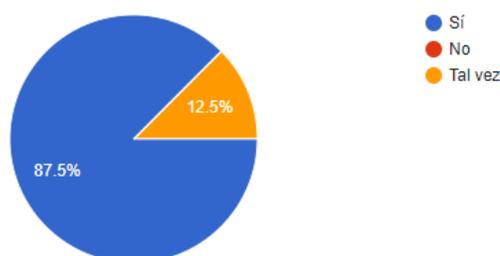


Figura 7 Gráfica estadística pregunta 3 encuesta preconceptos

4. ¿Qué temas cree que son apropiados para trabajar proyectos transversales en el aula?

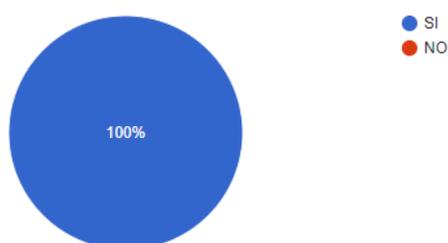
En las respuestas de los docentes no hay una línea de repuestas en cuanto a los temas que proponen para trabajar proyectos transversales, las respuestas que se obtuvieron son:

- Clubes de lectura y escritura
- Dibujo, la música, el baile, creaciones artísticas

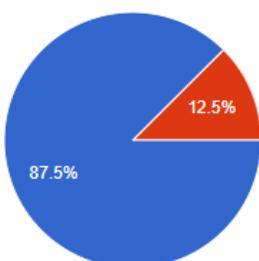
- música, dibujo, medio ambiente, reciclaje, preservación
- temas de sexualidad, drogadicción, protección ambiental, cursos vocacionales.
- Adicciones
- Problemáticas sociales
- Aplicación de la ciencia y la tecnología

5. ¿Considera que desde su área se pueden abordar temas relacionados con la

biotecnología como parte de la formación integral de los estudiantes?



¿Por qué?



- La sociedad en general se ve influenciada por los avances tecnológicos y es importante abordarlos en las aulas de clase

- Son procedimientos que los ciudadanos en general deben conocer para tomar una posición crítica

- Porque aporta al entendimiento de varios conceptos que se trabajan en mi asignatura

- Para estar actualizado frente a las temáticas que se trabajan en el aula.

Figura 8 Gráfica estadística pregunta 5 encuesta preconceptos

7.1.2 Estudiantes

Se aplicó una encuesta de conocimientos previos a 45 estudiantes de grados de media vocacional, 32 ciclo V y 13 de ciclo VI.

Define con tus propias palabras el término biotecnología

Ciencia	23
Tecnología	15
Biología-biológicos	15
Ayuda	18
Procesos	12

No hay claridad cuál es el objeto de trabajo de la biotecnología, se deduce su definición por los términos del nombre

¿Consideras que en tu diario vivir estas relacionado con la biotecnología?

Si	27
No	18

¿Por qué?

Alimentos	5
Ambiente	3
Consumo	3
Modificados	2
Cuerpo	2

Los estudiantes que responden, si establecen la relación con los conceptos anteriores, su relación con la biotecnología la perciben desde el ambiente en que viven y el consumo de alimentos que pueden ser modificados por técnicas biotecnológicas.

En cuanto a los estudiantes que responden no enfocan sus respuestas hacia la idea de que no se ven involucrados ni interesados en procesos científicos.

De las siguientes afirmaciones elige las que consideres están relacionadas con técnicas o avances biotecnológicos

Existe una especie de maíz a la que se le modificó genéticamente para hacerlo más resistente a insectos, que depredaban la planta, se considera un organismo transgénico	32
Una técnica conocida como biorremediación es utilizada para descontaminación de suelos el metabolismo microbiano utiliza residuos provenientes de fertilizantes o en algunos casos metales pesados contaminantes y nocivos para la vida.	5
Producción de bebidas alcohólicas a partir de un proceso conocido como fermentación, generalmente producido por levaduras	2
Las micorrizas son asociaciones de hongos y raíces de las plantas que ocurren naturalmente y contribuyen a la absorción de nutrientes del suelo	1
Las características y funciones de un organismo vivo están dadas por su material genético	1
Producción de insulina humana (para el tratamiento de la diabetes) en el laboratorio a partir de la bacteria E.Coli	1

En su mayoría relacionan los procesos biotecnológicos con manipulación del ADN

¿Qué es el ADN?

Genética	29
Información	21
Vivo	16
Código genético	4
Rasgos	3
Humano	3
Individuo	3

Hay claridad en el concepto de ADN, los estudiantes lo relacionan con información genética de los seres vivos

¿Has escuchado hablar de técnicas relacionadas con la manipulación del ADN en la actualidad?

Si	25
No	20

¿Cuáles?

Animales	6
Clonar-clonación	6
Cambio-cambiar-combinar	6
Cáncer- enfermedades	2

Aunque el 55% de los estudiantes afirma haber escuchado de procesos de manipulación genética pocos tienen claridad en qué casos se puede presentar este tipo de procedimientos, la mayoría lo relacionan con clonación

¿Cómo explicas la relación existente entre el hombre y los microorganismos como bacterias y hongos?

Mala	6
Buena	5
Alimentos	5
Cuerpo humano	4

En esta respuesta no hay una constante lo que indica que no hay claridad de la relación que tiene el hombre con los microorganismos

¿Has escuchado hablar del uso de microorganismos en la industria?

Si	20
No	25

¿En qué casos?

Alimentos	5
Lácteos	2
Animales	2
Levadura	2

Al igual que en la respuesta anterior al no haber claridad de la influencia de los microorganismos en la vida del hombre tampoco se conoce cuál es el uso en la industria y que beneficios traen en las actividades normales del ser humano

Países como Colombia poseen una inmensa riqueza representada en la biodiversidad (variedad de seres vivos) que existe en su territorio, en las últimas décadas esta posición privilegiada de nuestro país entre otros ha generado el interés de industrias que desarrollan procesos biotecnológicos. ¿Cómo explicarías ese creciente interés de la riqueza biológica de nuestro territorio para los procesos biotecnológicos?

Variedad	7
Cuidado	5
Especies	8
Mejorar	5
Animales y plantas	14

7.2 Diseño del módulo

Tomando las ideas del modelo pedagógico de enseñanza para la comprensión y sus componentes se diseñó el módulo (Anexo 3), los conceptos estructurantes que se abordan de biotecnología son:

- Fermentación: inicios de la biotecnología
¿Qué son y cómo se producen las bebidas alcohólicas?
- El ADN y el mapa genético, camino a la biotecnología moderna
¿Por qué te pareces a tus padres?
- Mundo microbiológico
¿Cómo dependemos de los microorganismos?
- Aplicaciones de la biotecnología
¿La biotecnología influye en nuestras vidas?

7.3 Aplicación del módulo

Se aplicaron las actividades en el orden definido para llevar una secuencia lógica del desarrollo de los conceptos que se iban a abordar, las actividades tuvieron buena acogida por los estudiantes, participaron de forma dinámica y se interesaron por desarrollar una a una las temáticas propuestas (Anexo 4), sin embargo, debido al corto tiempo se dio mayor intensidad en las actividades que se trabajaron desde el área de ciencias naturales, las otras dos asignaturas no tuvieron el mismo desempeño.

7.4 Evaluación final

7.4.1 Encuesta a docentes

Se aplico una encuesta de 7 preguntas a los docentes de las asignaturas involucradas, las respuestas se adjuntan a continuación:

¿Cuál considera que es la finalidad de un proyecto transversal?

SOCIALES	Generar nuevos conocimientos relacionados con el entorno y la introspección de los componentes del mismo.
ESPAÑOL	En este caso, puedo decir que es consolidar la capacidad de los jóvenes para integrar los diferentes saberes a los que se puedan ver enfrentados.
QUÍMICA	Integrar todas las asignaturas bajo una misma temática en la cual los estudiantes desarrollan actividades en donde enfrentan diferentes puntos de vista.

Los docentes tienen claro que un proyecto transversal busca involucrar al estudiante con temas de interés aplicando el conocimiento de distintas áreas que les permitan mejorar sus capacidades en cada una de ellas.

¿Considera que el tema de biotecnología es pertinente para la enseñanza en bachillerato? ¿Por qué?

SOCIALES	Si, ya que esto permite que el estudiante comprenda la estructura de su ser corpóreo y de esta manera entiendan dinámicas y reacciones de su cuerpo y de los alimentos que este consume.
ESPAÑOL	Si, puesto que, en el proceso de fortalecimiento de saberes, permite acceder a diferentes tipos de información que regularmente no se tocan en medio de las clases.

QUÍMICA	Si considero que sea importante ya que genera enfoques tecnológicos y científicos logrando mostrar evolución en cuanto a ciertas temáticas de interés para los estudiantes
----------------	--

Dos de los docentes enfocan la pertinencia del tema hacia el desarrollo de conocimiento de los estudiantes en torno a su papel social para fortalecer las competencias en temáticas de actualidad e importancia para todos los ciudadanos

¿Desde su área considera que el tema tratado aporta en el proceso de formación del estudiante?

SOCIALES	Si, pero por el tiempo no se pueden generar dinámicas de seguimiento.
ESPAÑOL	En el proceso de análisis de textos, comprensión, comparación y crítica es posible que la dificultad de la temática les permita mejorar en estas actividades, aunque también puede confundirlos en el proceso ínter-textual frente a lo tratado en clase.
QUÍMICA	Si, ya que se manejaron temas de forma dinámica los cuales ya algunos estudiantes habían visto pero se logró hacer una retroalimentación y se dio a conocer más información de interés para ellos, conceptos que muchos relacionaban, pero lo acercaron más a la práctica.

Los docentes coinciden en que el tema tratado en el módulo aporta a la formación de los estudiantes, sin embargo, el docente de sociales se ve enfrentado a dificultades de tiempo en el aula.

¿Qué aspectos positivos resalta de la aplicación del módulo de biotecnología con la metodología que se utilizó?

SOCIALES	Las dinámicas de investigación ya que esto fomenta procesos de aprendizaje autónomos.
ESPAÑOL	Es adecuado en el proceso de consulta, análisis y trato de la información, más la metodología niega muchas posibilidades de análisis, comprensión y crítica de la información.
QUÍMICA	Los aspectos positivos que resalto fue la forma dinámica en la que se presentaron las actividades, en la asignatura de ciencias naturales se realizaron juegos los cuales cautivaron la atención de cada estudiante.

En general los docentes tienen un concepto positivo de la forma en que se diseñó el módulo, señalan que fortalece el aspecto investigativo y participación activa del estudiante en el desarrollo de las temáticas

¿Como fue su experiencia (positiva y negativa) en el desarrollo de las actividades propuestas?

SOCIALES	Negativa, ya que no se pudo realizar un seguimiento más profundo por cuestiones de tiempo, esto generó que la dinámica no fuese tan positiva y que el tema se perdiera como un tema más dentro del aula.
ESPAÑOL	En realidad, la falta de tiempo frente a los procesos académicos de carácter normal, dificultó el desarrollo tanto en la una como en la otra, es decir que el número de actividades no permitió el desarrollo normal de las temáticas de clase.
QUÍMICA	La experiencia positiva fue la retroalimentación de las temáticas y la presentación de los juegos, los temas que se manejaron ya que los estudiantes se interesaron en dichos avances tecnológicos, los aspectos negativos el trabajo con los docentes ya que al hacer las actividades el tiempo generó inconvenientes.

La mayor dificultad que señalan los docentes es el manejo del tiempo dentro del aula para poder desarrollar las actividades del módulo a la par con las temáticas de sus asignaturas, esto se

facilitó más para el docente de química por la relación directa que se presenta, sin embargo, señala también la dificultad con el tiempo de sus compañeros

¿Aplicó todas las actividades propuestas? ¿Por qué?

SOCIALES	Las actividades se aplicaron todas, pero no todas dentro del tiempo de la asignatura, se utilizaron otros tiempos dentro de la clase de química para finalizar las dinámicas propuestas en el proyecto
ESPAÑOL	Si, pues en algunos casos me llevo a cuestionar como los jóvenes se comportan frente a una información vista desde diversas perspectivas, ampliando no solo su saber sino nuestra capacidad de acción.
QUÍMICA	Si realice todas las actividades propuestas, por inconvenientes de tiempo de mis compañeros realice las actividades de las otras asignaturas también (las dos últimas actividades) ya que debía avanzar en el cronograma y me atrasaba en las actividades correspondientes a mi asignatura.

Nuevamente los docentes señalan la dificultad con el tiempo para aplicar las actividades, y como las dos últimas actividades fueron abordadas desde el área de química únicamente.

¿Qué aportes realizaría al trabajo del módulo para una posterior aplicación?

SOCIALES	Dentro del área de sociales por ser tres asignaturas las que se deben ver en tan corto tiempo generar una fecha para la realización de todas las consultas dentro de la institución, así el docente se programa y es más fácil darle la importancia al proyecto.
ESPAÑOL	Me gustaría que las temáticas fuesen mucho más diversas lo que permita un mejor actuar desde cada una de las materias inmersas en el proceso.
QUÍMICA	Para el manejo de la cartilla realizar un formato en el cual no se deba anexar hojas si no que todas las respuestas se desarrollen en la misma cartilla, realizar más actividades que se puedan realizar de forma tecnológica como un blog



Figura 18 Figura 19 Tendencias analizadas en ATLAS Ti para la pregunta 8 segunda encuesta

El total de los estudiantes afirman que el desarrollo de las actividades del modulo si les permitió conocer mas acerca de biotecnología y su influencia en la vida de cada uno, aunque como se observa en la figura las razones no son claras las relacionan con la variedad de usos y aplicaciones de las técnicas biotecnológicas y el contacto que sin saberlo tienen con productos de la biotecnología.

7.5 Triangulación

La triangulación que se realizó contempla tres momentos: antes (preconceptos), durante (desarrollo del módulo) y después (encuesta final). De todos los estudiantes que presentaron las encuestas 33 estuvieron presentes en los tres momentos, los resultados que se presentan corresponden a esa cantidad de estudiantes (Tabla4).

Tabla 4 Triangulación respuestas de estudiantes

Va dirigido a:	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Estudiante 4
Conceptos comunes de biotecnología	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre	Relaciona el concepto inicial basándose en una sola funcionalidad, en el concepto final relaciona más usos, pero no los especifica.	Relaciona el concepto de biotecnología como un proceso, pero su respuesta final no es concreta y no permite identificar la idea de dicho termino
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	Percibe que la biotecnología afecta la sociedad y aporta a la mejora de la misma	Reconoce los avances de la biotecnología en procesos relacionados con la salud	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	El estudiante relaciona el concepto de biotecnología reconoce sus usos en varios campos
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Reconoce el ADN como fuente de información genética y punto de partida para los trabajos en biotecnología actualmente	Reconoce el ADN como fuente de información genética y la influencia de la biotecnología en la manipulación de especies	Reconoce el ADN como rasgos característicos de los seres vivos y los relaciona con los trabajos biotecnológicos en procesos de manipulación
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante relaciona la biotecnología con técnicas que manipulan el ADN para ocasionar modificaciones	Reconoce los avances biotecnológicos basados en el ADN como fuente de mejora para la vida del hombre	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética	El estudiante no presenta conceptos iniciales, al finalizar reconoce procesos biotecnológicos de manipulación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos como enfermedades, en su respuesta final aplica el concepto en relación al uso de los microorganismos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	Relaciona los procesos biotecnológicos con experimentaciones y mejoras	Además del cuidado de especies, concibe la amplia fuente de proyectos biotecnológicos en el país	Relaciona procesos biotecnológicos como mejora en varios procesos, pero no amplía el concepto relacionándolo con el país	Relaciona procesos biotecnológicos como mejora en varios procesos, pero no amplía el concepto relacionándolo con el país

Va dirigido a:	Estudiante 5	Estudiante 6	Estudiante 7	Estudiante 8
Conceptos comunes de biotecnología	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre	Reconoce la importancia de la biotecnología en su respuesta inicial pero no es concreto en la respuesta final	Relaciona el concepto inicial basándose en una el aporte de la biotecnología en alimentos, al finalizar no relaciona más usos.	El estudiante describe el uso de la biotecnología y al finalizar aplica su uso al campo de la industria alimenticia
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	Reconoce los avances biotecnológicos y los relaciona con aspectos económicos y políticos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	El estudiante relaciona aportes biotecnológicos con alimentos y el uso del mismo en cuanto a microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	El estudiante relaciona el uso de la biotecnología en campos como la agricultura, pero al finalizar no avanza en conceptos relacionados con el ADN	Reconoce el uso de la biotecnología, pero al final solo relaciona el concepto con el ADN en el hombre	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Reconoce el ADN como fuente de información genética pero no relaciona el concepto del ADN con la biotecnología	Al inicio es estudiante no reconoce conceptos, al finalizar presenta conceptos sobre ADN y genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante relaciona el concepto de ADN y afianza conceptos de manipulación genética	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de manipulación genética	Al inicio es estudiante no reconoce conceptos, al finalizar presenta conceptos sobre ADN y genética	El estudiante no relaciona conceptos iniciales, pero al finalizar reconoce conceptos de ADN y manipulación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos como enfermedades, en su respuesta final amplía el concepto en relación al uso de los microorganismos	Inicialmente y al finalizar el estudiante afirma la importancia de los microorganismos,	El estudiante no relaciona el concepto de microorganismos al finalizar resalta el proceso de enfermedades y la intervención de los mismos en ciertos procesos	El estudiante no relaciona el concepto de microorganismos al finalizar resalta el proceso de enfermedades y la intervención de los mismos en ciertos procesos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre	Relaciona el concepto biotecnológico como perjudicial, al finalizar no es claro con su definición	El estudiante no tiene claridad en los conceptos	El estudiante no tiene claridad en los conceptos

Va dirigido a:	Estudiante 9	Estudiante 10	Estudiante 11	Estudiante 12
Conceptos comunes de biotecnología	Reconoce el uso de la biotecnología como unión tecnológica y biológica, al finalizar no relaciona conceptos nuevos	Relaciona conceptos iniciales y los relaciona con otros campos al finalizar	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto en el campo de la industria alimenticia, al finalizar integra el concepto en la aplicación en otros campos	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	al iniciar es estudiante no reconoce el uso de la biotecnología en su diario vivir y al finalizar reconoce la importancia de la misma	Al inicio y al finalizar el estudiante reconoce la importancia de la biotecnología en la vida humana	El estudiante relaciona el concepto con su diario vivir, no reconoce la biotecnología	Relaciona la biotecnología con aspectos en su diario vivir y resalta la importancia de la misma al finalizar afianza sus conceptos
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Reconoce el uso de la biotecnología y sus aportes, al finalizar afianza conceptos sobre el uso de la misma en varios campos	Reconoce el uso del ADN en prácticas de modificación en especies	Reconoce el uso de las aplicaciones biotecnológicas en la modificación del ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos al finalizar afianza conceptos y relaciona el ADN en varios procesos
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Reconoce el ADN como fuente de información genética pero solo relaciona el concepto del ADN con la biotecnología	Reconoce el ADN como rasgos característicos de los seres vivos y los relaciona con los trabajos biotecnológicos en procesos de manipulación	Reconoce el ADN como fuente de información genética y punto de partida para los trabajos en biotecnología actualmente
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante relaciona la biotecnología con técnicas que manipulan el ADN para ocasionar modificaciones	El estudiante relaciona el ADN solo como una aplicación de la biotecnología	El estudiante no presenta conceptos iniciales y al finalizar reconoce el uso de la manipulación genética	inicialmente el estudiante no relaciona conceptos, al finalizar reconoce y relación la importancia de la manipulación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	El estudiante al iniciar no relaciona conceptos de microorganismos, al finalizar solo los relaciona con sistemas de contagio	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	El estudiante no es claro con sus conceptos iniciales y no realiza aportes al tema finalizando	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología	Además del cuidado de especies, concibe la amplia fuente de proyectos biotecnológicos en el país	Relaciona procesos biotecnológicos como mejora en varios procesos, pero no amplía el concepto relacionándolo con el país

Va dirigido a:	Estudiante 13	Estudiante 14	Estudiante 15	Estudiante 16
Conceptos comunes de biotecnología	Reconoce el concepto de la biotecnología, pero al finalizar no los relaciona con otros campos	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre	Reconoce el concepto de biotecnología y al final realiza su importancia	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	inicialmente no reconoce la biotecnología en su diario vivir, al finalizar reconoce su uso y su importancia	el estudiante no tiene claridad en sus conceptos
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	El estudiante relaciona el concepto de biotecnología reconoce su uso en el campo de la medicina	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN
Conocimiento de información genética y herencia	Reconoce el ADN como rasgos característicos de los seres vivos, pero no realiza un aporte claro para comparar un avance en sus conceptos	Al inicio el estudiante no tiene conceptos claros, al finalizar resalta la importancia del ADN en varios procesos	0	Reconoce el ADN como rasgos característicos de los seres vivos, pero no realiza un aporte claro para comparar un avance en sus conceptos
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante no presenta conceptos concretos a la inicial y no se reconocen conceptos claros al finalizar	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de manipulación genética	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos como enfermedades, en su respuesta final amplía el concepto en relación al uso de los microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	El estudiante no tiene claridad en los conceptos	Resalta la importancia del proceso investigativo en cuanto a la biotecnología	El estudiante no tiene claridad en los conceptos	el estudiante resalta el proceso de la investigación y su importancia como estudio en Colombia gracias a la variedad de especies

Va dirigido a:	Estudiante 17	Estudiante 18	Estudiante 19	Estudiante 20
Conceptos comunes de biotecnología	Relaciona conceptos iniciales y los relaciona con otros campos al finalizar	Relaciona la biotecnología con la industria alimenticia, al finalizar resalta el aporte de esta en dicho campo	Relaciona el concepto inicial basándose en una sola funcionalidad, en el concepto final relaciona más usos, pero no los especifica.	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	relaciona la biotecnología como un proceso de mejora y al finalizar especifica su aporte en el campo de la medicina	Relaciona la biotecnología con aspectos en su diario vivir y resalta la importancia de la misma al finalizar afianza sus conceptos	inicialmente no reconoce el uso de la biotecnología en su diario vivir, al finalizar reconoce los aportes de la misma en su cotidianidad.	el estudiante amplió sus conocimientos en cuanto a la biotecnología aplicada al campo de la industria farmacéutica
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	El estudiante relaciona el concepto de biotecnología y reconoce sus usos en varios campos	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	El estudiante no tiene claridad en la formulación de sus conceptos
Conocimiento de información genética y herencia	el estudiante no presenta conceptos claros sobre definiciones entre genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética	El estudiante relaciona la biotecnología con técnicas que manipulan el ADN para ocasionar modificaciones	El estudiante relaciona la biotecnología con técnicas que manipulan el ADN para ocasionar modificaciones	El estudiante no presenta conceptos iniciales sobre el tema, al finalizar describe conceptos y da ejemplos sobre modificaciones genéticas
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos como enfermedades, en su respuesta final aplica el concepto en relación al uso de los microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos	Relaciona conceptos iniciales sobre microorganismos, pero al finalizar no muestra ningún aporte para realizar un análisis
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	Relaciona los procesos biotecnológicos con diversidad de flora y fauna	Relaciona los procesos biotecnológicos con experimentaciones y mejoras	el estudiante resalta el proceso de la investigación y su importancia como estudio en Colombia gracias a la variedad de especies	Relaciona los procesos biotecnológicos con diversidad de flora y fauna

Va dirigido a:	Estudiante 21	Estudiante 22	Estudiante 23	Estudiante 24
Conceptos comunes de biotecnología	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de biotecnología	maneja conceptos iniciales sobre biotecnología, pero no realiza aportes al finalizar	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos de la vida del hombre	al inicial aplica el concepto de biotecnología, al finalizar resalta el aporte de la biotecnología en procesos patológicos
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	El estudiante relaciona aportes biotecnológicos con alimentos, al finalizar aplica el concepto relacionándolo con más usos	inicialmente no relaciona aportes sobre la biotecnología en su vida, al finalizar realiza aportes sobre el uso en otros campos	a la inicial el estudiante no es claro con sus conceptos, al finalizar realiza la importancia de mecanismo de mejora ocasionados por el hombre	el estudiante relaciona aspectos económicos y al final relaciona la economía con procesos de investigación
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Inicialmente relaciona el uso de la biotecnología con la industria alimenticia, al finalizar lo relaciona con otros campos	el estudiante relaciona la importancia de la biotecnología y sus avances.	el estudiante relaciona la importancia de la biotecnología y sus avances.	Reconoce el uso de la biotecnología y al final reconoce la función de la misma en la prevención de enfermedades
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética	al inicio el estudiante tiene conceptos claros, al finalizar no da ningún aporte al tema	El estudiante relaciona la biotecnología con técnicas que manipulan el ADN para ocasionar modificaciones	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos como enfermedades, en su respuesta final amplía el concepto en relación al uso de los microorganismos	La respuesta inicial relaciona a los microorganismos con alimentos, en su respuesta final amplía el concepto en relación a los nutrientes	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	al inicio el estudiante relación al microorganismo con enfermedades, al finalizar no aplica conceptos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología	Relaciona los procesos biotecnológicos con experimentaciones y mejoras	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología	el estudiante no relaciona los conceptos claramente

Va dirigido a:	Estudiante 25	Estudiante 26	Estudiante 27	Estudiante 28
Conceptos comunes de biotecnología	Relaciona la biotecnología con la ciencia y su aplicación a distintos aspectos en la vida del hombre	Reconoce el concepto de la biotecnología, pero al finalizar no los relaciona con otros campos	identifica el concepto inicial y al finalizar no realiza ningún aporte	Reconoce el concepto de la biotecnología, pero al finalizar no los relaciona ningún otro aporte
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	el estudiante relaciona aspectos económicos y al final relaciona la economía con procesos de investigación	al iniciar el estudiante no maneja información sobre el uso de la biotecnología, al finalizar realiza aportes de la misma en procesos de modificación y avances tecnológicos	el estudiante al iniciar reconoce la importancia de la biotecnología como un proceso tecnológico, al finalizar resalta aspectos económicos para dichas investigaciones	el estudiante no tiene claridad en sus conceptos
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos, pero al final solo con la manipulación de ADN
Conocimiento de información genética y herencia	al inicio el estudiante maneja solo el término del significado de las siglas ADN, al finalizar no es claro con el concepto	el estudiante resalta conceptos sobre el ADN relacionándolo con rasgos de los seres vivos, pero al finalizar su aporte a los conceptos no es claro	el estudiante resalta conceptos sobre el ADN relacionándolo con rasgos de los seres vivos, pero al finalizar su aporte a los conceptos no es claro	el estudiante resalta conceptos sobre el ADN relacionándolo con rasgos de los seres vivos, pero al finalizar su aporte a los conceptos no es claro
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	Reconoce los avances biotecnológicos basados en el ADN como fuente de mejora para la vida del hombre	al inicio el estudiante tiene conceptos claros, al finalizar no da ningún aporte al tema	al inicio el estudiante tiene conceptos claros, al finalizar no da ningún aporte al tema	Al iniciar el estudiante no realiza ningún aporte, al finalizar aplican conceptos de modificación genética
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	el estudiante relaciona a los microorganismos como enfermedades, al finalizar no realiza aportes claros	al iniciar y al finalizar el estudiante relaciona lo positivo y lo negativo que producen los microorganismos, pero no da un aporte más amplio al concepto	el estudiante al iniciar y al finalizar realiza aportes sobre microorganismos relacionándolos con aspectos positivos y negativos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología	el estudiante relaciona los avances tecnológicos con los recursos que tenemos para dicho proceso.	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología

Va dirigido a:	Estudiante 29	Estudiante 30	Estudiante 31	Estudiante 32
Conceptos comunes de biotecnología	Reconoce el concepto de la biotecnología, pero al finalizar no los relaciona con otros campos, pero no los especifica	Reconoce el concepto de biotecnología y al final realiza su importancia	Reconoce el concepto de la biotecnología, pero al finalizar los relaciona con otros campos como la medicina, la agricultura y la industria alimenticia.	El estudiante describe el uso de la biotecnología y al finalizar aplica su uso al campo de la industria alimenticia
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	inicialmente no relaciona la biotecnología con su vida cotidiana, al finalizar indica que si, pero no hace referencia en que aspectos	inicialmente no relaciona la biotecnología con su vida cotidiana, al finalizar indica la importancia de los usos tecnológicos en la ciencia	inicialmente no relaciona la biotecnología con su vida cotidiana, al finalizar indica la importancia que esta tiene en diversos procesos de la vida	inicialmente no relaciona la biotecnología con su vida cotidiana, al finalizar indica la importancia de los usos tecnológicos en la ciencia
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	el estudiante relaciona conceptos iniciales sobre prácticas biotecnológicas dando como ejemplo la fermentación, al finalizar no realiza otros aportes	El estudiante relaciona el concepto de biotecnología reconoce su uso en otros campos	Inicialmente el estudiante relaciona el concepto de biotecnología con algunos procedimientos y al final describe el proceso de la manipulación de ADN entre otros	Inicialmente el estudiante no relaciona el concepto de biotecnología, al finalizar reconoce el proceso de manipulación en procesos alimenticios
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	el estudiante resalta conceptos sobre el ADN relacionándolo con rasgos de los seres vivos, pero al finalizar su aporte a los conceptos no es claro	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	al inicio el estudiante tiene conceptos claros, al finalizar no da ningún aporte al tema	Amplía su concepto de relación sobre modificaciones genéticas	El estudiante no relaciona el concepto inicialmente y al final identifica información sobre procesos de manipulación genética	Amplía su concepto de relación sobre modificaciones genéticas
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	Las respuestas no son concretas y no permiten identificar con claridad el concepto inicial y final del estudiante acerca de relación hombre - microorganismos	inicialmente relaciona el concepto con manipulaciones genéticas, al finalizar resalta la importancia de ADN	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	El estudiante relaciona los factores de flora y fauna como medio de investigación para la biotecnología, al finalizar describe la importancia de la investigación en Colombia por la cantidad de recursos que contiene	el estudiante no tiene claridad en sus conceptos iniciales y finales	inicialmente habla sobre conceptos de mejora en los seres vivos y al final resalta la ayuda del estado para los mismos	Relaciona los procesos biotecnológicos con diversidad ecológica en Colombia

Va dirigido a:	Estudiante 33
Conceptos comunes de biotecnología	Reconoce el concepto de la biotecnología, al finalizar los relaciona con otros campos como la medicina, la agricultura, la industria alimenticia y el uso de los biocombustibles
Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante	inicialmente no relaciona la biotecnología con su vida cotidiana, al finalizar indica la importancia de los usos tecnológicos en la ciencia
Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas	Reconoce el uso de las aplicaciones biotecnológicas en la modificación del ADN
Conocimiento de información genética y herencia	Relaciona el ADN con los rasgos físicos y el concepto de biotecnología con la manipulación genética
Percepción del estudiante con temas de manipulación genética	Amplía su concepto de relación sobre modificaciones genéticas
Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos	Amplía su concepto de relación hombre - microorganismos
Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país	Relaciona los procesos biotecnológicos con diversidad ecológica y resalta procesos de investigación en Colombia

El anterior comparativo de los tres momentos del estudiante y el análisis en el cambio conceptual de acuerdo a las categorías planteadas permiten hacer un análisis más detallado de la pertinencia del módulo y las actividades aplicadas.

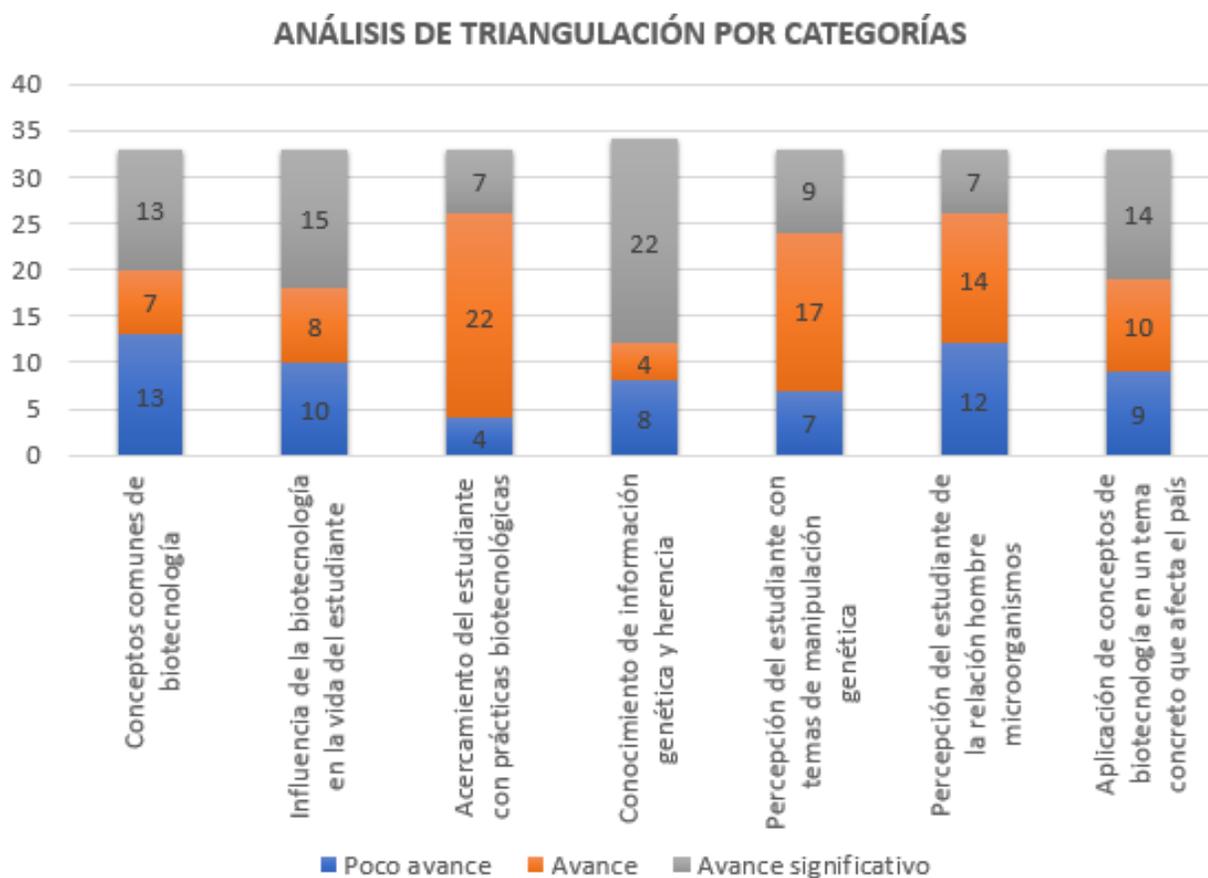


Figura 20. Análisis estadístico de cambio conceptual en los estudiantes a los que se les aplico el módulo de Biotecnología transversal

Conceptos comunes de biotecnología

En esta categoría se presenta que un **39%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **21%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad y el **39%** restante presenta un cambio conceptual significativo relacionando la biotecnología con distintos campos de aplicación.

Influencia de la biotecnología en la vida del estudiante

En esta categoría se presenta que un **30%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **24%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad y el **45%** restante presenta un cambio conceptual significativo ya que reconoce su relación con el campo de la biotecnología y la cercanía que cada vez es más creciente del ciudadano común con aspectos abordados desde esta práctica.

Acercamiento del estudiante con prácticas biotecnológicas

En esta categoría se presenta que un **12%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **67%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad debido a que este porcentaje de estudiantes que es el más alto en esta categoría apropia las prácticas biotecnológica pero solo desde la manipulación del ADN y el **21%** restante presenta un cambio conceptual significativo ya que además del ADN relaciona la prácticas con otros campos como la industria, la agricultura y la medicina.

Conocimiento de información genética y herencia

En esta categoría se presenta que un **24%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **12%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad y el **67%** restante presenta un cambio conceptual significativo ligado a la categoría anterior, el concepto de genética, herencia y ADN fue de interés alto para los estudiantes y lo relacionaron fácilmente con las prácticas en biotecnología

Percepción del estudiante con temas de manipulación genética

En esta categoría se presenta que un **21%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **52%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad debido a que los estudiantes en sus respuestas ligan la manipulación

genética con modificaciones de rasgos físicos pero no con la utilidad o el aporte que esto ocasiona en distintos campos del ser humano el **27%** restante presenta un cambio conceptual significativo debido a que además de entender que la manipulación del ADN puede generar modificaciones también lo relacionan con la utilidad y la importancia que esto puede generar a la humanidad en la aplicación y mejora de especies que ayuden a solucionar problemas sociales y ambientales.

Percepción del estudiante de la relación hombre microorganismos

En esta categoría se presenta que un **36%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **42%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad, esto se evidencia en el hecho de que al iniciar los estudiantes no reconocían la relación del ser humano con los microorganismos, pero con el desarrollo del módulo entienden como la relación es compleja y necesaria pero no son concretos en los aspectos positivos o negativos en que el hombre y demás especies dependen de los microorganismos, el **21%** restante presenta un cambio conceptual significativo debido a que si están en la capacidad de relacionar distintas situaciones y usos con la influencia de los microorganismos en la vida del hombre

Aplicación de conceptos de biotecnología en un tema concreto que afecta el país

En esta categoría se presenta que un **27%** de la población no presenta avances significativos y no son claros en sus respuestas, el **30%** avanza, pero puede reforzarse esta parte en una posterior actividad para ampliar el panorama de la biotecnología en Colombia que perciben los estudiantes, ya que solo lo relacionan con experimentación, el **42%** restante presenta

un cambio conceptual significativo al relacionar la importancia de la biotecnología en Colombia con aspectos como la investigación y economía del país.

8. Discusión

Como se expuso en los antecedentes y marco referencial a nivel mundial no es ajeno a las políticas educativas incluir y promover en los currículos de educación básica y media temas relacionados con las prácticas biotecnológicas, dado que su desarrollo es cada vez más fuerte y son una plataforma de avance no solo científico sino también social y económico.

En este estudio se partió de los pre-conceptos de docentes y estudiantes acerca de las prácticas biotecnológicas. Al iniciar los docentes de distintas áreas contemplan que es posible promover la enseñanza de la biotecnología en sus aulas de clase a partir de la transversalidad de sus contenidos básicos debido a la influencia social que representa esta interdisciplina, un aspecto a favor para iniciar con la aplicación del módulo considerando que hasta este punto los docentes no presentaron ningún tipo de predisposición frente a las temáticas que podrían tratarse.

En el desarrollo y la encuesta final los docentes expresan la dificultad de la falta de tiempo para la ejecución de actividades, pero no desinterés en el módulo transversal a causa de complejidad en el tema o falta de motivación con la metodología propuesta, sin embargo y a pesar de sus repuestas se percibe en el docente de ciencias naturales mayor disposición hacia el proyecto planteado, pero lo anterior no es solo una falta de los docentes, en Colombia la estructura que presenta la educación tiende a separar las áreas básicas de conocimiento en el bachillerato y obliga a que los docentes cumplan con las temáticas propuestas en el plan de estudios lo que ocasiona que el tiempo se vea reducido para actividades de otro tipo.

En cuanto a los estudiantes la respuesta frente al desarrollo de las actividades fue positiva, aunque no en el 100% si se nota en un alto porcentaje el cambio conceptual. La aplicación del módulo permitió a los estudiantes relacionarse con temas que generalmente se les presentan como

confusos y alejados de su cotidianidad, pero como se observa en la figura 19 los estudiantes presentaron un cambio conceptual que les permite tener un mayor panorama cuando escuchan hablar de temas biotecnológicos, en especial los que se relacionan con ingeniería genética y manipulación de ADN que fue uno de los temas con mayor aceptación en la población, pero más allá, cabe resaltar la concepción que se generó frente a la importancia del desarrollo de la biotecnología en el país para promover la investigación científica y como fuente de fortalecimiento de la economía nacional debido a la riqueza biológica de nuestro territorio.

Los resultados de este trabajo se apoyan en estudios anteriores, Roa y Acosta exponen en su trabajo la importancia que dan los docentes a la enseñanza de la biotecnología pero también la dificultad de introducirlos al currículo, dado que la responsabilidad recae sobre el docente de ciencias naturales quien en su totalidad no está preparado para afrontar las temáticas y más aún cuando no están articuladas dentro del plan de estudios, por eso hablan de la necesidad de establecer programas educativos que integren la enseñanza teórico-práctica de la biotecnología en todos los niveles de educación incluyendo la formación de profesionales en el área capaces de estructurar un currículo acorde a las realidades y necesidades de la sociedad.

9. Conclusiones

La aplicación del módulo de biotecnología en la institución y cursos seleccionados se realizó en su totalidad aunque se evidenció falta de participación por parte de los docentes del área de sociales y español que se encontraron con dificultades de tiempo para el desarrollo de las actividades, sin embargo el docente de ciencias naturales aplicó en su totalidad el módulo asumiendo el papel de sus compañeros, por lo tanto al finalizar las temáticas se relacionaron solo con un área y no se desde su transversalidad

Los estudiantes tuvieron buena receptividad frente al desarrollo del módulo, participaron activamente y en sus respuestas finales expresaron su interés en el tema lo que permite evidenciar el avance en el cambio conceptual no solo a nivel de ciencias naturales si no también su relevancia social.

Es pertinente abordar los temas de biotecnología en la educación media aplicando metodologías activas que involucren al estudiante y lo enfrenten con su realidad de forma transversal.

Es necesario para la educación de Colombia incluir temas de actualidad como las prácticas biotecnológicas en los planes de estudio de todos los niveles y estos ser abordados de forma interdisciplinar de la misma forma en que se han consolidado su conjunto de conocimientos.

10. Lista de referencias

- Bolivar Zapata, F. (2004). *Fundamentos y casos éxitosos de la biotecnología moderna*. México: El Colegio Nacional.
- Chaparro Giraldo, A., Cardona Alzate, C. A., Orrego Alzate, C. E., Yepes Rodriguez, F. C., Serna Cock, L., & Ospina Sanchez, S. A. (2013). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012 Prospectiva UN - Agendas de Conocimiento. Biotecnología*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Vicerrectoría de Investigación.
- Concepto de educación*. (2009). Recuperado el 30 de mayo de 2018, de <https://pochicasta.files.wordpress.com/2009/10/concepto-educar.pdf>
- Cultek S.L.U. (2006). Recuperado el febrero de 2018, de <http://www.cultek.com/inf/otros/soluciones/DNA-recombinante/Tecnica%20DNA%20recombinante.pdf>
- DELORS, J. (s.f.). *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, la educación encierra un tesoro*. Recuperado el 2018 de 20 de Mayo
- Ejemplos de organismos transgénicos*. (2017). Recuperado el 30 de mayo de 2018, de <http://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-organismos-transgenicos/>
- Espinel Barrero, N. E. (2015). *Bio-grafia Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*. Recuperado el 6 de febrero de 2018, de ENSEÑANZA DE LA BIOTECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA. REVISIÓN DE ANTECEDENTES: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/3559>
- Estevez, A. (s.f.). *Biotecnología y Sociedad*. Recuperado el 25 de mayo de 2018
- Fraguas, M. L., & Savio Quevedo, E. (Octubre de 2008). *Medicamentos biotecnológicos*. Recuperado el 30 de mayo de 2018, de http://www.tendenciasenmedicina.com/imagenes/imagenes33/art_03.pdf
- Martín, J. S., & Rodriguez Gallegos, J. L. (s.f.). *Fundamentos y aspectos microbiológicos, Biorremediación*. Recuperado el 20 de mayo de 2018
- Morales, D. (27 de abril de 2009). *La enseñanza para la comprensión y los conceptos estructurantes: una estrategia para el desarrollo de los niveles de comprensión de los estudiantes*. Recuperado el 25 de mayo de 2018
- MUNICIO, À. M. (s.f.). *Presente y futuro de la biotecnología*. Recuperado el 15 de mayo de 2018
- Ocaña, A. L. (2009). *Diccionario de pedagogía, didáctica y metodología*. Madrid. Recuperado el 31 de mayo de 2018
- Okuda Benavides, M., & Gómez Restrepo, C. (2005). *Métodos de Investigación Cualitativa: Triangulación. Revista Colombiana de Psiquiatria Vol XXXIV/ No. 1, 118-124*.

Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (s.f.). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Recuperado el 25 de mayo de 2018

Roa Acosta, R., & Valbuena Ussa, E. (3 de noviembre de 2013). *Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones*. Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/41274>

Sistema de Información Ambiental de Colombia. (s.f.). *Biodiversidad en Colombia*. Recuperado el mayo de 2018, de <http://www.siac.gov.co/biodiversidad>