

**UNIDAD DIDÁCTICA: LA ENSEÑANZA DE LOS TRANSGÉNICOS PARA EL
DESARROLLO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS**

Karent Vanessa Acevedo Diaz

2013210002

CC.1032487476

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Departamento de Biología

Línea de Investigación en Biodiversidad, Biotecnología y Conservación

2018

**UNIDAD DIDÁCTICA: LA ENSEÑANZA DE LOS TRANSGÉNICOS PARA EL
DESARROLLO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS**

Karent Vanessa Acevedo Diaz

Trabajo para optar al título de Licenciada en Biología

Directora de trabajo de Grado

Silvia Rosy Gómez Daza, Ms Microbiología

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Departamento de Biología

Línea de Investigación en Biodiversidad, Biotecnología y Conservación

2018

DEDICATORIA

*A Dios por mostrarme el camino y sostenerme en cada proceso de mi carrera
Por darme su amor incondicional y ayudarme a ser mejor persona.*

A mi familia por ayudarme y guiarme en toda la carrera especialmente a mis padres y hermanos por ser ese apoyo incondicional en cada momento.

Finalmente a mis amigos y en especial a Santiago Orjuela y Blanca Lilia por dedicarme tiempo y darme los consejos que necesitaba como persona y para escuchar mis problemas y mis fortalezas.


AGRADECIMIENTOS

A la profesora Silvia Gomez por brindarme su apoyo y motivación en todo el proceso de trabajo de grado y en la carrera. Además de darme sus consejos como profesional y enseñarme lo necesario para ser una mejor docente.

A mis profesores del Departamento de Biología por estar siempre presentes y preocuparse por mi formación.

A mis amigas por sacarme una sonrisa siempre y mostrarme que la vida siempre tiene algo bueno a pesar de las condiciones.

A la Universidad Pedagógica Nacional y la línea de Biodiversidad, Biotecnología y Conservación las cuales me brindaron la oportunidad de formarme como docente contribuyendo a mi crecimiento persona.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 203	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Unidad didáctica: la enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas.
Autor(es)	Acevedo Diaz, Karent Vanessa
Director	Gómez Daza, Silvia
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 105 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	TRANSGÉNICOS; PLANTAS; MICRORGANISMO; UNIDAD DIDÁCTICA; Y HABILIDAD ARGUMENTATIVA

2. Descripción
<p>En el presente trabajo de grado se diseña la “Unidad didáctica: Enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades” para el grado noveno del Colegio Nicolás Buenaventura como alternativa en la alfabetización de las nuevas biotecnologías y sus implicaciones a nivel social y ambiental. El producto final es una unidad didáctica con tres módulos los cuales contienen actividades que pueden posibilitar en los estudiantes habilidades argumentativas y una postura crítica para la participación en la toma de decisiones sobre las implicaciones de los avances de ciencia en su entorno.</p>

3. Fuentes
<p>Se consultaron en total 81 fuentes bibliográficas, en las cuales se destacan:</p> <p>Acevedo, R. (2001). Proyectos Curriculares para la educación CTS: enfoques y estructuras, contenidos y ejemplos. Disponible en Internet: http://www.oe.es/salactsi/acevedo19.htm.</p> <p>ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). (2013). Porque biotecnología programa educativo de ArgenBio. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de http://www.porquebiotecnologia.com</p> <p>Bernal, S. (2013). Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.</p> <p>Cárdenas, F. (1999). Conocimientos, logros, habilidades, competencias y... ¿Qué evaluar? Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.</p> <p>Cárdenas, F. y Sarmiento, F. (2000). Desarrollo y evaluación de competencias en ciencias. Proyecto pedagógico y competencias. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.</p> <p>Cuellar, J. (2009). Implicaciones ambientales del uso de transgénicos en Colombia. Presupuestos básicos, desde un escenario académico, para la elaboración de lineamientos de un programa de gestión ambiental en agricultura transgénica. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.</p> <p>Lander, Y. F., & de Reyes, E. C. (2003). Reflexiones sobre organismos transgénicos y sus</p>

implicaciones bioéticas. Paradigma, 24(1), 117-136.
Sanmartí, Neus (1996). Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones. Universidad Autónoma de Barcelona.

4. Contenidos

El presente trabajo de grado inicia con la introducción en donde se describe como se realizó la presente investigación relacionando los diferentes factores que intervienen en la enseñanza de los transgénicos; luego se presenta el problema generad a partir de las necesidades detectadas en enseñanza de la los transgénicos en la escuela y los objetivos que se pretenden alcanzar con la implementación de este trabajo.

Posteriormente se mencionan algunos antecedentes relacionados con temáticas de la enseñanza de la biotecnología, alimentos transgénicos y el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Luego se continúa con la metdologia empleada para alcanzar cada uno de los objetivos especificos planteados. se trabajo el marco de referencia detodos los conceptos necesarios para desarrollar la investigación. Y por último, se da a conocer los resultados, análisis, las conclusiones y recomendaciones. Además se presentan los anexos donde se incluye la unidad didáctica diseñada.

5. Metodología

Éste trabajo se desarrolló desde un paradigma epistemológico hermenéutico interpretativo, con el fin de comprender fenómenos educativos centrándonos en los sujetos, a partir de esto utiliza un enfoque metodológico cualitativo. Se recolectan los datos por encuestas y mapas mentales de los estudiantes y para el análisis se sistematización, categorización y tablas para finalmente realizar el análisis desde grupos focales. Para su desarrollo se tuvo en cuenta tees fases:

Fase 1: Contextualización: donde se muestra revisión de documentos y textos. Además de las ideas previas de los estudiantes

Fase 2: Diseño de la Unidad Didáctica compuesta por dos apartados una para el docente y otro para el estudiante. El apartado del docente contiene: Título, Presentación, Enfoque pedagógico, Esquema de proceso de aprendizaje, Operación mental desarrollada en cada fase, Descripción del propósito de cada actividad y habilidad a desarrollar, Evaluación y Referentes Bibliográficos. Y el del estudiante contiene: Título, Objetivos, Introducción, Contenidos, Actividades: Título (Materiales, duración, descripción)Referentes bibliográficos. Por otro lado en el temario esta en tres módulos Generalidades de los transgénicos, plantas transgénicas y microorganismos transgénicos.

Fase 3: se realiza una validación con cuatro especialistas en el componente disciplinar y pedagógico. Y por ultimo se hacen los ajustes recomendados

6. Conclusiones

- Se diseñó la unidad didáctica: "*La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas*" la cual podría orientar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en relación con los nuevos avances biotecnológicos como son los transgénicos; al trabajar en clase desde la controversia socio científica que no fragmenta los contenidos sino busca un aprendizaje interdisciplinar.
- Esta unidad didáctica (UD) puede posibilitar tanto el desarrollo de destrezas y habilidades como

adquirir los conocimientos teóricos, para que puedan tener una postura con argumentos respecto al tema.

- La mayoría de los trabajos relacionados con la enseñanza de los transgénicos se realizan desde el enfoque pedagógico del constructivismo, lo cual facilita la construcción del conocimiento desde los saberes previos; sin embargo no se presentan de manera contextualizada ni tratan el tema teniendo en cuenta varios enfoques.
- Al explorar los saberes previos de los estudiantes de grado Noveno del Colegio Nicolas Buenaventura se pudo evidenciar que ellos tienen información fragmentada donde los medios de comunicación les dan unos indicios y la escuela unos contenidos pero no los relacionan lo que posiblemente les causa confusión. Por lo cual es valioso que el docente desarrolle estrategias de aula donde se verifique la comprensión y apropiación de los conceptos previos a través de un proceso de retroalimentación.
- Los resultados de validación por parte de los especialistas se encuentran principalmente en un rango entre 4 y 5, de acuerdo a los aspectos a nivel conceptual, funcionales, actividades, evaluativos y estéticos propuestos en el formato de evaluación; donde resaltan que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto, destacándose su pertinencia, actualidad en la secuencia de las temáticas y los elementos propios que contextualizan el trabajo, siendo esto un acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica.
- En el transcurso de la presente investigación se puede concluir que al explorar las ideas previas que poseen los estudiantes de noveno grado de la institución se pudo detectar que la mayoría no tenían ideas previas sobre los transgénicos ya que en el programa de Biología no se realiza la pertinente articulación con el desarrollo de una posición crítica.

Elaborado por:	Acevedo Diaz, Karent
Revisado por:	Gómez Daza, Silvia

Fecha de elaboración del Resumen:	29	11	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. GENERAL.....	14
2.2. ESPECÍFICOS.....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. ANTECEDENTES.....	17
5. METODOLOGÍA.....	29
6. MARCO TEÓRICO.....	33
6.1 TRANSGÉNICOS.....	33
6.2 TECNOLOGÍA DNA RECOMBINANTE.....	38
6.3 TIPOS DE TRANSGÉNICOS.....	39
6.4 PLANTAS TRANSGÉNICAS.....	46
6.5 TRANSFORMACIÓN ARTIFICIAL DE PLANTAS.....	49
6.6 MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS.....	58
6.7. TRANSFORMACIÓN ARTIFICIAL DE BACTERIAS Y HONGOS	66
6.8. MITOS Y REALIDADES DE LOS TRANSGÉNICOS.....	69
6.9. UNIDAD DIDÁCTICA.....	76
6.10. ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.....	82
6.11. HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN LA CLASE DE CIENCIA	84

6.12 HABILIDAD ARGUMENTATIVA.....	87
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	96
8. CONCLUSIONES	110
9. RECOMENDACIONES	112
10. BIBLIOGRAFÍA	113
11. ANEXOS.....	123
ANEXO 1: FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.....	123
ANEXO 2: FICHAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
ANEXO 3. ENCUESTA PREGUNTAS ABIERTAS A ESTUDIANTES DE NOVENO DEL COLEGIO NICOLÁS BUENAVENTURA.....	164
ANEXO 4: CATEGORIZACIÓN DE MAPAS MENTALES DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO DEL COLEGIO NICOLÁS BUENAVENTURA.....	165
ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DE CUESTIONARIO Y MAPA DE SABERES PREVIOS...169	
ANEXO 6. VALIDACIÓN EXPERTOS.....	190

INTRODUCCIÓN

La presente Unidad Didáctica es una alternativa para la enseñanza de los Transgénicos desde la argumentación para que los futuros ciudadanos puedan participar democráticamente en la evaluación y la toma de algunas decisiones en problemáticas sociales que integren las relaciones de la Ciencia y Tecnología. Se diseñaron actividades que pudieran permitir el fortalecimiento de la alfabetización científica de los sujetos frente a las aplicaciones de la manipulación genética en sus entornos

Hoy más que nunca se necesita se necesita mejorar la enseñanza y aprendizaje de la manipulación genética debido a los riesgos y beneficios que han despertado incertidumbre en varios campos de la ciencia, debido al cambio de las dinámicas del hombre respecto a los otros seres vivos. Esto debe ser problematizado en la escuela al incorporar discusiones y debates en espacios educativos que permitirá la construcción de argumentos con soporte.

Con base en esto se diseña la siguiente unidad didáctica para estudiantes de Grado Noveno del Colegio Nicolás Buenaventura donde su educación se enfatiza en la formación tecnológica y científica de manera integral para calidad de vida. El enfoque pedagógico que orientó el trabajo fue el Constructivismo Humano donde se relaciona los aspectos cognitivos, sociales y afectivos que construyen al sujeto. Por otra parte se realizó la contextualización de la Institución con respecto a los contenidos en relación con la temática y se buscó antecedentes para seleccionar los contenidos y proponer actividades. Posteriormente se llevó a cabo el diseño y estructuración de la unidad didáctica tanto docente como del estudiante donde se organizan los contenidos, las actividades, planificación de las clases y la evaluación para cada unidad temática. Las Unidades temáticas que se desarrollados fueron 1. Generalidades de los transgénicos; 2. Plantas transgénicas y 3 Microorganismos transgénicos. Por último se realizó un proceso de validación expertos en el tema (pedagógica y disciplinar) con el fin de determinar su viabilidad y al final se realizaron los ajustes pertinentes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances científicos y tecnológicos han cambiado la relación entre el hombre y la naturaleza en los últimos años; debido al desarrollo de nuevas herramientas para el aprovechamiento de los recursos con mayor eficacia. Estas nuevas tecnologías, han producido un gran impacto en la sociedad desde el cambio de sus procesos y fenómenos sociales que han mejorado la calidad de vida de las personas y otros han generado controversias debido a su impacto ambiental; según Prieto y España (2009) “al no existir respuestas definitivas y cualquiera que sea la postura que el individuo o la sociedad tenga ante ellos, se va seguir generando diferentes debates debido a los problemas socio-ambientales que son derivados de su aplicación” (p.18). De esta manera es necesario que los ciudadanos tengan conocimientos para cuestionar y argumentar sobre las problemáticas socio-científicas que enfrentan diariamente en su contexto.

La ciencia y la tecnología ha desarrollado diferentes avances biotecnológicos en la búsqueda de soluciones a diferentes problemáticas los cuales se aplican en los campos industrial, médico, agropecuario, conservación y ambiental que han aportado al progreso de: la terapia génica, farmacogenómica, biocombustibles, biomateriales, biorremediación, biofertilizantes, productos farmacéuticos e industriales y la generación de organismos modificados genéticamente de manera artificial (Montoya, 2007; Roa y Valbuena, (2011). Por lo anterior surge la necesidad de integrar el impacto en la sociedad desde la educación con el objetivo de mejorar la participación ciudadana en la toma de decisiones relativas a las aplicaciones de estos nuevos conocimientos.

En este sentido, con el presente trabajo se problematiza cómo las nuevas generaciones están asumiendo la temática de los Organismos Genéticamente Modificados artificiales (transgénicos) , siendo uno de los problemas socio-científicos más discutidos actualmente, debido a las cuestiones éticas, ambientales, culturales, económicas y políticas que intervienen en su acción y repercusión social. Por lo cual se hace necesario que el maestro tenga en cuenta la importancia de integrar la dimensión CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) en la enseñanza de los avances biotecnológicos en la escuela porque como Medina, Lambraño y Villamizar afirma (2011) “las cuestiones socio-científicas pueden inducir diversas reacciones en los estudiantes

que fortalezcan su participación en la discusión de diferentes situaciones donde permitan reconocer y comprender la ciencia, como una actividad humana influenciada por la cultura, la política y la sociedad” (p.4). Aunque se sabe el impacto de los avances biotecnológicos en la escuela se sigue enseñando los conocimientos científicos de una manera fragmentada de las problemáticas sociales que se ven inmersas en la sociedad.

Esta visión fragmentada ha causado que la mayoría de los estudiantes no quieran estudiar ciencias lo cual es ocasionado según Acevedo (2006) porque “las expectativas de los aprendizajes están basados en la valoración de aspectos memorísticos y ritualizados que poco alientan el desarrollo de los desempeños de la sociedad actual” (p.3). Por tal motivo es importante una alfabetización científica que se enfoque en la preparación de los estudiantes para enfrentarse a cuestiones de interés social relacionadas con los avances científicos y la toma de decisiones sobre estos; para lograr que las personas puedan participar democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre los asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología (Meinardi, 2010)

De esta manera es necesario que el maestro diseñe estrategias que favorezcan el aprendizaje de temas actuales y controversiales como es los transgénicos ; debido a que recientemente se ha visto en un intenso debate entre diferentes posturas donde es necesario tener en cuenta una visión global para construir argumentos en el cual se utilice su conocimiento en la elaboración de criterios y justificación de afirmaciones y conclusiones, como Cuéllar (2009) afirma “los OGM en laboratorio no sólo son un asunto académico o científico, o simplemente económico de renta, oferta-demanda sino que implica concebir complejamente su uso y el sentido de este uso, destacando los argumentos a favor y en contra de los transgénicos”(p.47). Sin embargo, para lograr este propósito es necesario afrontar las problemáticas que presentan los maestros al tratar estos temas: la información variada que se encuentra en los libros, medios de comunicación, documentos o textos que a veces no son muy confiables, que presentan los contenidos como un conjunto de información fragmentada con errores o falta de articulación que dan como resultado una grave confusión y desmotivación en los estudiantes porque los desarrollos de los componentes son muy extensos y la información no es fácil de asimilar (Bernal, 2013)

Así mismo, los docentes presentan falencias en su formación académica para integrar los conceptos de biología molecular e ingeniería genética lo cual ha ocasionado varias confusiones que se evidencian al momento de aplicar los conceptos que son abordados en clase como afirma Iñiguez en su investigación en la Universidad de Barcelona (2005) “Se ha detectado que los profesores de las ciencias experimentales en activo coinciden con determinados errores conceptuales de los alumnos” (p.14). Por tal razón esta problemática ha generado que los estudiantes manifiestan que las temáticas relacionadas con la tecnología de ADN recombinante sean de difícil aprendizaje.

Otro problema que se evidencia al momento de enseñar temas que involucren ingeniería genética y biología molecular es la dificultad en su comprensión porque requieren de un mayor grado de abstracción (Narváez, 2014) por lo que la elaboración de modelos o escalas no se pueden evidenciar ni mostrar a simple vista; sino que demandan un mayor grado de idealización y construcción de esquemas mentales que le permitan comprender a los estudiantes estas escalas.

Teniendo en cuenta los anteriores problemas en el proceso de enseñar y aprendizaje a que se ve enfrentado los maestros y estudiantes, este trabajo contribuya pretende responder a la pregunta ***¿Cómo a través de una Unidad didáctica sobre los transgénicos se puede fortalecer habilidades argumentativas en los estudiantes de grado noveno del Colegio Nicolás Buenaventura?***

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una Unidad Didáctica sobre los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los elementos pedagógicos, científicos y didácticos que permitan la enseñanza de los transgénicos para estudiantes de grado 9 del Colegio Nicolás Buenaventura.
- Estructurar una Unidad Didáctica sobre microorganismos y plantas transgénicas con dos apartados uno para estudiante y otro para el maestro.
- Validar la Unidad Didáctica diseñada con especialistas en la enseñanza de la Biología o la Manipulación Genética.

3. JUSTIFICACIÓN.

Los desarrollos biotecnológicos no sólo avanzan generando nuevos conocimientos científicos, sino que además han impactado a la sociedad con la transformación de las condiciones de vida de los ciudadanos. Uno de estos avances de la biotecnología moderna ha sido la manipulación genética de los organismos a nivel de laboratorio; el cual ha causado debate sobre las implicaciones de uso, destacando los argumentos a favor y en contra desde la problematización de las dimensiones ambiental, económica, política, social, y ética. Por tal razón, es imprescindible que los estudiantes tengan una cultura científica que les permita entender los avances con respecto a los transgénicos en el mundo actual y así desarrollar un razonamiento crítico que les permita analizar y problematizar las diferentes posturas respecto al tema.

Sin embargo, para integrar esta temática desde las diferentes posturas de los campos de la ciencia es fundamental romper con las visiones descontextualizadas que la fragmentan y construir un conocimiento más amplio donde los estudiantes reciba una formación integral que le permita tener un pensamiento riguroso y crítico, así como habilidades personales y sociales que ayuden a desenvolverse en una sociedad que crece en complejidad y en dependencia de la ciencia y la tecnología. (Prieto y España, 2009).

En este sentido con el diseño de la Unidad Didáctica para la enseñanza de los transgénicos se pretende potencializar el desarrollo de habilidades argumentativas que integren aspectos científicos, sociales, éticos y ambientales en estudiantes de grado noveno. Para poder fortalecer la construcción de los procesos de aprendizaje a nivel científico y tecnológico los estudiantes comprenderán las técnicas de manipulación genética en los organismos, la complejidad de las aplicaciones biotecnológicas y como la ciencia las utiliza para construir el significado de diferentes modelos teóricos que dan explicación a los procesos biológicos que se llevan a cabo en los seres vivos a nivel molecular.

De esta manera se hace necesario integrar diferentes destrezas explicativas, procedimentales y actitudinales que les permita a los estudiantes evaluar causas, consecuencias, ventajas y desventajas de la posición que asuma; para poder participar

democráticamente en las tomas de decisiones sobre asuntos de interés social en relación con las aplicaciones biotecnológicas (Medina et al., 2012). Al enfrentar estos retos se puede lograr que los estudiantes integren otros tipos capacidades como las cognitivas, conductuales, afectivas e instrumental que son indispensables al debatir las problemáticas desde un contexto histórico, ético, social, económico, y ambiental. (Serrano, 2014).

Con esta diversidad de factores y enfoques que intervienen en la enseñanza de los transgénicos le podría permitir al docente la posibilidad de incorporar no solo un área del conocimiento, sino puede integrar la temática con varios niveles de complejidad de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente; dando la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas que puede proporcionar al estudiante de tener un aprendizaje significativo y conocer mejor ciertos productos de consumo diario y los procesos involucrados en su fabricación. (Equipo docente del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio, 2014).

En este sentido, el diseño de esta Unidad Didáctica podrá brindar al docente una posibilidad de implementar recursos didácticos para la enseñanza de los transgénicos desde un enfoque interdisciplinar entre las dimensiones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la escuela con los estudiantes de grado noveno; logrando un proceso de aprendizaje que fomente la participación y el interés en la comprensión de un tema actual y controversial con una coherencia pedagógica y didáctica.

Este trabajo de grado contribuye a la línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y conservación porque la realización de la unidad didáctica respecto a la búsqueda de soluciones y problematización de los avances biotecnológicos desde la reflexión ética como racional los transgénicos desde el desarrollo de potencialidades de actitudes científicas y sociales. Además aporta desde la relevancia que tiene realizar un trabajo investigativo que aborde las temáticas de la biotecnología relacionadas con la enseñanza del ADN que permitan promover una posición crítica en los educandos para que se pueda comprender los procesos y conceptos, que permitan dar explicaciones a las problemáticas que se dan desde las implicaciones éticas que encierra la manipulación de los organismos genéticamente.

4. ANTECEDENTES.

A continuación, se presentan diferentes investigaciones que aportaron elementos, conceptuales y didácticos para el desarrollo del proyecto. Estos están relacionados con la enseñanza de la biotecnología, alimentos transgénicos y el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. La información se organiza desde el nivel internacional hasta llegar al local.

Nivel Internacional

En Argentina se encuentran programas educativos sobre la enseñanza de la biotecnología que hacen parte de ArgenBio donde se dedican a informar, educar, divulgar y promover la biotecnología. Como institución de divulgación y alfabetización científica ha emprendido diversas acciones educativas con foco en la capacitación de docentes y estudiantes de nivel primario, secundario, terciario y universitario. El principal programa de capacitación que se encuentra actualmente es el programa educativo *por qué biotecnología* donde se presenta un sitio web especialmente preparado para docentes que enseñan biotecnología a niños, adolescentes y jóvenes en el cual se muestran las jornadas de capacitación, Recursos para la enseñanza de la biotecnología, El Cuaderno de Por qué Biotecnología, Trabajos Prácticos, glosario y links recomendados.

Una de las principales publicaciones que aportan a este trabajo son las consideraciones didácticas para enseñar biotecnología a niños y jóvenes entre 12 y 17 años que muestra cómo el tema de la biotecnología fue introducido en la escuela alrededor del año 2003, con la incorporación de esta temática en el currículum escolar. Después aborda el desafío que tiene el docente al incorporar al aula todos estos aspectos que abarca la biotecnología, de una manera precisa, correcta y creativa de modo de llegar a los alumnos con información de base científica brindándoles la posibilidad de desarrollar su capacidad de análisis y comprensión, y aportando las herramientas necesarias para comprender los alcances de la biotecnología y sus implicaciones.(ArgenBio, 2013)

Otro aporte que se realiza a la enseñanza de la biotecnología es el artículo elaborado por Occelli (2013) denominado *Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas* donde se plantean la discusión de ¿Cómo enseñar biotecnología?, ¿qué estrategias se pueden implementar en un aula que no cuenta con laboratorios complejos?, ¿cómo trabajar las temáticas biotecnológicas controvertidas? Además, presentan algunas ideas y propuestas que surgen de diversas experiencias de innovación e investigación desde la biotecnología tradicional y biotecnología moderna. Las propuestas que se presentan principalmente son las prácticas de laboratorio caseras o preparación de alimentos que puedan explicar procesos biológicos o industriales desde la biotecnología tradicional.

También se plantea como alternativa para la enseñanza de la biología molecular e ingeniería genética desde la utilización de los laboratorios virtuales para comprender los pasos y procesos de las técnicas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), electroforesis en gel, construcción de plásmidos recombinantes, etc. que son de gran importancia en la tecnología de ADN recombinante pero son difíciles de entender porque no se encuentran los reactivos con facilidad por el costo o precaución. El autor además contempla la enseñanza de temáticas que involucran la biotecnología y la bioética que generan grandes polémicas en la sociedad a través de debates, porque permite potenciar posturas o roles claramente definidos, que coloca a los estudiantes ante la necesidad de incorporar argumentos provenientes de diferentes sectores. Propone que para resolver la situación será necesario escuchar diversas ideas, dialogar con ellas, argumentar y contraargumentar; con este proceso se aprende a ser más tolerante, se amplían las miradas y se ponen en juego diversos conceptos (Occelli, 2013).

De esta manera el trabajo que se ha realizado en ArgenBio y Occelli 2013 de manera separada contribuyen a la presente investigación en entender que los avances biotecnológicos hacen parte de nuestra vida cotidiana y en el mundo que crece por lo cual necesita replantearse una educación para la población empezando desde la escuela con el fin comprender que la biotecnología hace parte de nuestra historia lo que permite plantearnos problemas y soluciones desde los desafíos que enfrentamos que pueden tener un doble desafío por ejemplo el de una población creciente que demanda más y mejores alimentos, nuevos tratamientos para la salud y también más energía, fibra y

plásticos, y por el otro, la necesidad de satisfacer estas demandas preservando el ambiente, la biodiversidad y recursos tan valiosos como el agua y el suelo.

En España se presenta propuestas didácticas y unidades didácticas interactivas enfocadas en el constructivismo y aprendizaje significativo para poder enseñar Biología Molecular e Ingeniería genética por parte de la EIBE (Iniciativa Europea para la enseñanza de la Biotecnología). A continuación se presentan dos unidades didácticas desarrollados por la Universidad de Valladolid y la Universidad Pública de Navarra; así como la propuesta didáctica de la Universidad Internacional de la Rioja.

La Unidad didáctica que se desarrolló en la Universidad de Valladolid, la realizó Rivera, S. (2016) en un trabajo denominado “Unidad didáctica los genes y su función” donde presenta los conocimientos a impartir, aclarar y concretar la noción que tenemos sobre aspectos genéticos (genes, función, herencia, etc.) los cuales tienden a ser mal interpretados por la sociedad debido al exceso de información fugaz que nos invade en la actualidad.

Para esta realización tuvo en cuenta la siguiente metodología: Una Fase de contextualización y otra del Diseño de un cuadernillo de ejercicios previos a las sesiones, con la finalidad de que el alumno trabaje con él antes de la impartición de los contenidos. Además, para mejorar la comprensión de los apuntes prepararon presentaciones en Power Point donde incluyen además vídeos, archivos Flash y diversos recursos online. Por último, presentaron ejemplos de exámenes de Pruebas de Acceso a la Universidad de años previos para trabajar con ellos (Rivera, 2016)

Esta unidad didáctica contribuye al diseño de actividades desde el enfoque de las Tecnologías de la Información y la Comunicación mejorando la motivación de los estudiantes. Además, arraigar la errónea concepción de que los genes solo manifiestan desde los principios de las leyes de Mendel, cuando en realidad requiere una comprensión más profunda de la expresión génica que va mucho más allá del saber la línea de donde proviene las características como el color de nuestros ojos; sabiendo que es necesario entender el complejo mecanismo bioquímico que influye en la traducción de nuestro código genético (Rivera, 2016).

Otra Unidad didáctica es la denominada El ADN: la herencia biológica, Un aprendizaje significativo en la Universidad Pública de Navarra_realizada por Barbarin (2013) consiste en la organización y planeación de clases teóricas para estudiantes de séptimo de bachillerato llevando a cabo, el estudio del ADN desde la comprensión de su estructura, características y funciones, como la molécula portadora de la información genética.

Las sesiones se apoyan visualmente con una presentación PowerPoint, con videos explicativos tanto de la estructura del ADN, como del proceso de replicación, y con la realización de varias actividades virtuales desde las aplicaciones de UVE Gowin y Cmap tools que ayuden a la comprensión. Tras las clases teóricas, se promueve la construcción de un modelo tridimensional de la doble hélice del ADN con el propósito de conocer bien su estructura. Además de esto se realizó una práctica de laboratorio en el cual los estudiantes observaron los principales conceptos estudiados en clase y pueden aclarar aquellas dudas sobre cómo es realmente lo que se está estudiando. (Barbarin, 2013).

Esta investigación contribuye desde el desarrollo de un pensamiento sociocrítico en la utilidad del modelo de conocimiento construido por los estudiantes en discusiones y en representaciones de procesos de temas actuales, direccionados por los medios de comunicación, relacionando los contenidos de biología celular y genética como: transgénicos, terapia génica, Tecnología de ADN recombinante y técnicas moleculares. Además, aporta a partir del direccionamiento metacognitivo que se le da en la secuencia didáctica con herramientas informáticas que le permitan al estudiante integrar crear relaciones desde mapas conceptuales, mentales y esquemas que se ven reflejados en la construcción de estructuras cognitivas de la manera más clara y ordenada posible.

Así mismo se encuentra la propuesta didáctica diseñada por Palacin_(2015) titulada una "Propuesta didáctica para abordar los contenidos de genética y biología Molecular en 4 grado de la ESO utilizando el enfoque de Investigación dirigida" que propone la realización de una secuencia didáctica destinada a alumnos de 4 de la ESO; bajo el enfoque de investigación dirigida, en un contexto motivador que tiene como hilo conductor la cría de los dinosaurios.

Dicha propuesta consta de diferentes actividades, que siguiendo las directrices de la didáctica de las Ciencias tiene en cuenta las ideas previas de los alumnos, oportunidades de revisión, favorece la metacognición y desarrollo de habilidades científicas.

La propuesta de investigación se divide en las siguientes fases:

1. **Fase Preparatoria;**
2. **Fase inicial:** el docente evalúa los conocimientos previos y preconcepciones que tiene el cuestionario sobre las temáticas.
3. **Fase de desarrollo de la secuencia didáctica:** se plantean las siguientes actividades y en el siguiente orden: 1. identificación de lo que sabemos sobre genética y Biología molecular, 2 Introducción a la genética: conceptos generales siguiendo la secuencia de Jurassic Park desde la realización de un cariotipo e identificamos el genotipo y fenotipo de un dinosaurio. 3. Meiosis y Mitosis. Variabilidad genética; 4. Las leyes de Mendel y 5 la actividad descifremos el código genético (Palacin, 2015)

Este trabajo contribuye desde una nueva manera de potencializar las Tics para la enseñanza de la genética y la biología molecular que permite un mayor acercamiento por parte de los estudiantes, puesto que con un adecuado medio didáctico se puede llegar a tener un mayor grado de motivación. Además de cuestionar las posibles concepciones que pueden tener al aplicar estos conceptos a la vida real y en la ciencia ficción. (Palacin, 2015)

Por otro lado, en Venezuela la Universidad Pedagógica Experimental Libertador ha trabajado en las implicaciones bioéticas sobre la utilización de organismos transgénicos en plantas donde según Lander (2003) se debe plantear una educación para que el hombre del común tenga conocimiento de las discusiones bioéticas en los medios de comunicación y en los ambientes educativos para que la sociedad forme opiniones sustentadas que apunten al logro de acuerdos donde la seguridad del ser humano y la equidad social prevalezcan sobre los intereses de grupos económicos y políticos. (p.1) De ésta manera éste artículo aporta desde la problematización de una educación científica que tenga en cuenta la ética y bioética para armonizar los adelantos en la Ciencia y Tecnología con el respeto a la dignidad humana y el ambiente.

Nivel Nacional

Encontramos trabajos de grado con propuestas de la enseñanza de la biología molecular, biotecnología, genética y transgénicos surgidas al interior Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad Militar Nueva Granada y la Universidad Javeriana

En la Universidad de Antioquia, Echavarría (2016) realiza un trabajo de grado denominado “Cambio conceptual situado y ciclo de aprendizaje: una unidad didáctica centrada situaciones dadas en los cultivos del banano para la enseñanza del concepto de ADN en el grado noveno” donde diseña una propuesta didáctica sobre la enseñanza del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), interpretado desde la perspectiva del Cambio Conceptual Situado (CCS), que es una teoría de aprendizaje con fundamentos tanto del Cambio Conceptual como de la Cognición situada. El estudio pretende aportar a las consideraciones respecto a la influencia del contexto sobre el aprendizaje de conceptos asociados a las Ciencias Naturales desde la enseñanza del concepto ADN.

Así mismo, el estudio indica cómo las situaciones relacionadas con el cultivo del banano fueron importantes para el aprendizaje, en la medida que representaron un elemento que favorece las motivaciones, despierta el interés y genera sentimientos positivos respecto al concepto del ADN (Echavarría, 2016). La realización de este trabajo contribuye desde el planteamiento de una nueva mirada de la enseñanza del ADN integrando las dinámicas del contexto lo que fortalece esas relaciones de ambiente y el ADN que ayudaría a que los estudiantes desarrollen conexiones explícitas entre lo conceptual y la resolución de problemas desde las posibles implicaciones que tiene la manipulación genética en su contexto.

En la Universidad Militar Nueva Granada Parra (2015) realizó la tesis de maestría titulada “Desarrollo del pensamiento crítico para la enseñanza y el aprendizaje de biotecnología en alimentos transgénicos en la educación superior” en la cual presenta las competencias y habilidades que deben ser desarrolladas en los estudiantes de educación superior en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Biotecnología en alimentos transgénicos para formar profesionales íntegros y con responsabilidad social. Para ello

realizan una revisión documental de los Organismos Modificados Genéticamente en laboratorio y la producción de alimentos transgénicos desarrollando un pensamiento crítico, donde determinan cómo formar de manera integral individuos que desarrollen y cultiven aspectos tanto intelectuales como morales, es decir que los estudiantes adquieran conocimientos, pero a la vez desarrollen capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y valores que les permitan responder de forma efectiva y oportuna a los adelantos científicos y tecnológicos así como a los diversos problemas presentes y futuros en una sociedad cada vez más compleja y cambiante. Este trabajo aporta en reconocer las destrezas que se desarrollan al integrar la enseñanza y aprendizaje de los transgénicos en la escuela, así como el favorecimiento en la construcción de conocimientos tanto de tipo informativo como formativo que fomente criterios propios y concepciones de los estudiantes.

En la Universidad Javeriana encontramos la tesis de maestría desarrollada por Cuéllar (2009) nombrada “Implicaciones ambientales del uso de transgénicos en Colombia. Presupuestos básicos, desde un escenario académico, para la elaboración de lineamientos de un programa de gestión ambiental en agricultura transgénica”. El autor caracteriza la relación entre la biotecnología y la gestión ambiental caso particular la producción de alimentos modificados genéticamente; aborda impactos, alcances e implicaciones sobre diversos ecosistemas, así como la diversidad cultural y la equidad social. También problematizan los transgénicos desde argumentos a favor y en contra y su no interdimensionalidad.

De esta manera se propusieron las preguntas de investigación: ¿Qué problemática contiene el uso de transgénicos? ¿Qué implica el uso de transgénicos, en particular en Colombia, con las características de país biodiverso, en desarrollo y con una compleja vida política y social?, y ¿Qué tipo de propuesta de gestión ambiental podría generarse? La intención fue realizar una aproximación crítica al tema de los transgénicos que ayude a la comprensión de este hecho técnico-científico y social, y proponer una gestión ambiental en agricultura transgénica. En este sentido el presente trabajo de grado aporta desde la comprensión de los transgénicos desde una ética ambiental que permite analizar a futuro las posibles consecuencias que pueden traer consigo los transgénicos desde las

dimensiones ambiental, científica y tecnológica, cultural, social, económica, internacional, política y legislativa.

Nivel Local

En la Universidad Pedagógica Nacional se ha trabajado sobre la enseñanza alimentos transgénicos en el departamento de química y en el departamento de biología se ha incorporado trabajos de grado sobre la enseñanza de la biología molecular, alfabetización científica, biotecnología y transgénicos.

García T (2014) en su investigación “*Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante Agrobacterium tumefaciens a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje*” aborda la problematización de la construcción de un objeto virtual de aprendizaje desde diferentes enfoques. Comienza cuestionando la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos educativos, y cómo los maestros deben incorporar su conocimiento pedagógico, disciplinar y tecnológico. En un segundo momento aborda lo pertinente en la normatividad del MEN para la creación de Objetos Virtuales de Aprendizaje. Luego organiza la parte disciplinar de las plantas transgénicas en relación con los procesos que intervienen utilizando *Agrobacterium tumefaciens* para posteriormente integrar el marco regulatorio de los Organismos modificados genéticamente en Colombia y la seguridad de los cultivos transgénicos. Finalmente se aborda la importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas, haciendo énfasis en la habilidad de la explicación.

Este trabajo contribuye en problematizar la importancia del desarrollo de habilidades cognitivo lingüística en los estudiantes para que logren explicar y construir modelos teóricos con el fin de obtener una apropiación de los conceptos y lleguen a establecer diferentes relaciones entre los argumentos formulados para modificar el estado del conocimiento a través de distintas situaciones donde los estudiantes no sólo comprendan

modelos o teorías sino que desarrollen su propia manera de interpretar la realidad para luego explicarla.

Por otro lado, Bernal S (2013) en su trabajo de grado “Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular” realizó una investigación sobre la enseñanza de la tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología Molecular como: DNA, enzimas de restricción, DNA recombinante, PCR y transformación bacteriana; la cual fue validada con estudiantes del componente de Biología molecular de la Licenciatura en Biología. El enfoque que orienta la construcción de la Unidad Didáctica fue el Constructivismo Humano donde se elaboró una contextualización en el Departamento de Biología y buscó antecedentes para seleccionar los contenidos y proponer actividades teniendo en cuenta las particularidades de la universidad.

Posteriormente diseñó y estructuró una unidad didáctica con dos apartados uno para el docente y otro para el estudiante; éste último incluye para cada temática: introducción, objetivos, conceptos esenciales, ilustraciones, tutoriales de bioinformática y actividades de aprendizaje tanto experimentales como reflexivas; además, contiene un formato de evaluación, un glosario y la bibliografía. Por último, desarrolló un proceso de evaluación y validación con los estudiantes y dos especialistas que tenían una formación pedagógica y didáctica con el objeto de determinar su viabilidad y la realización de los ajustes pertinentes (Bernal, 2013)

Este trabajo de grado aporta en el diseño de la metodología en cuanto a la estructuración de las actividades con los niveles de exploración, estructuración y aplicación, el enfoque constructivista que piensa la enseñanza desde la resolución de problemas y los trabajos prácticos, posibilitando al estudiante el acceso a los conceptos, donde no es solo un ejercicio de memorizar o responder preguntas y el abordaje de la transformación genética de los organismos, temática relevante y necesaria cuando se habla de la tecnología de ADN recombinante.

También se encuentra el artículo elaborado por Medina, Lambraño y Villamiza (2012) el cual se titula “Unidad: ¿Alimentos transgénicos, la respuesta a una problemática

ambiental o una estrategia económica de las grandes superpotencias” en el cual plantean una secuencia de actividades en términos del tópico; “alimentos transgénicos” como tema controversial, abordando en las implicaciones que esta técnica ha originado en el país viéndolo desde una perspectiva social, económica, científica y ambiental a fin de posibilitar una reflexión crítica en el aula por parte tanto de los estudiantes como del docente. Este trabajo propone insertar en la enseñanza cotidiana la dimensión de la Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) por medio de la utilización de algunos temas que se reconocen han sido controvertidos en las sociedades, como es el caso de la utilización de los alimentos transgénicos, los cuales para algunas personas representan una respuesta a la problemática ambiental y para otras son una estrategia económica de las grandes superpotencias.

Este trabajo aporta por su importancia de integrar una enseñanza desde la alfabetización científica donde se problematice los asuntos- tecnocientíficos controvertidos actuales y de interés social con el fin de inducir diversas reacciones en los estudiantes que fortalezcan su participación en la discusión de diferentes situaciones donde permitan reconocer y comprender la ciencia, como una actividad humana influenciada por la cultura, la política y la sociedad.

Otro trabajo de grado es el realizado por Cepeda y Torres (2009) titulado “Aproximación a las concepciones de alfabetización científica en estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica”; ellos presentan la relevancia de conocer qué entienden los futuros docentes por la Alfabetización Científica y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad; para ello escogen un grupo de estudiantes de ciclo de fundamentación y otro de profundización del proyecto curricular de Licenciatura en Biología con el propósito diseñar e implementar tres instrumentos, en tiempos diferentes de la siguiente manera: Concepciones explícitas través de preguntas abiertas, en un segundo momento se plantean situaciones y afirmaciones que ponen de manifiesto las ideas implícitas de ciencia y actividad científica; y por último señalan las actividades prácticas desde la aplicación de multitalleres. Los resultados obtenidos muestran, la necesidad de fortalecer el proyecto curricular, por lo menos en las muestras poblaciones trabajadas, en aspectos epistemológicos, históricos, axiológicos, comunicativos y democráticos. De esta manera la investigación aporta en la relevancia de

trabajar con los docentes una enseñanza que se base en la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación con el fin de ofrecer mejores condiciones en la vida a los estudiantes y desarrollar una cultura democrática de participación activa y responsable resolviendo problemas propios de nuestro sistema político, económico, social y cultural que se relacionan con los avances científicos y tecnológicos

Por otro lado se encuentra la investigación elaborada por González (2008) en su “Propuesta de diseño Hipertextual como Recurso Orientado a la exploración del concepto de Recombinación Genética desde el enfoque de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad” donde problematiza la importancia de enseñar la recombinación genética desde las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación diseñando un material multimedia que integra unos nodos conceptuales que le permiten al estudiante relacionar las temáticas más conflictivas que se enfrenta al aplicar las técnicas de ADN recombinante las cuales son alimentos transgénicos, clonación, proyecto del genoma humano, terapia génica y producción industrial de sustancias bioquímicas de organismos recombinantes. Cada uno de estos enfoques son vistos desde varios contextos que dan explicación y argumentos para desarrollar las ideas principales las cuales se definen en conocimientos científicos, desarrollo tecnológico, contexto histórico, contexto axiológico, contexto legal y desarrollo humano. Esta propuesta contribuye en la importancia de construir un material educativo que permita integrar no solo los conocimientos científicos de las técnicas de ingeniería genética, sino que se problematicen desde diferentes enfoques sociales, ambientales y éticos que fomenten un proceso de aprendizaje conformado desde la participación y posición crítica analizando el debate de los sectores directa e indirectamente implicados en la implementación de las nuevas biotecnologías.

Finalmente se encontró la investigación de Castro (2014) “Desarrollo de la habilidad argumentativa a través de cuestiones socio científicas (CSC)” donde se abordan las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en la enseñanza de las ciencias como estrategia para el desarrollo de la habilidad argumentativa. La investigación se adelanta con estudiantes de la Institución Departamental Cacique Anamay. A pesar de los diversos esfuerzos, los logros en la habilidad argumentativa de los estudiantes se mantienen significativamente por debajo nivel del esperado.

Esta contribuye para el desarrollo de la Unidad Didáctica en la importancia de fomentar la argumentación como habilidad de vital importancia que permite defender con éxito una idea o refutar otras, con claro razonamiento a partir de deducciones o inferencias. Además de su importancia para contextualizar y totalizar permite organizar el conocimiento y fortalecerlo desde el sistema educativo, dando mayor énfasis al procesamiento de la información frente a la memorización.

5. METODOLOGÍA

La unidad didáctica se diseña desde un enfoque epistemológico Hermenéutico-Interpretativo donde “se basa en la necesidad de comprender la práctica social sobre la que se pretende actuar, describiendo la cotidianidad, analizando los problemas y actitudes de los individuos” (Panco, 2016). De esta manera con la realización de esta Unidad Didáctica se pretende problematizar los saberes y conocimientos que tienen los estudiantes respecto a un tema tan controversial como los transgénicos. Por tal motivo se enfatiza en este enfoque porque nos permite analizar e interpretar las aptitudes y actitudes de los individuos fomentando el desarrollo de la habilidad de la argumentación.

Para el desarrollo metodológico del diseño se tendrá en cuenta el enfoque metodológico cualitativo entendiéndose éste como el estudio de la realidad tal y como sucede, interpretando los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. (Gil, 1996). Por lo cual se tendrá en cuenta una visión holística puesto que las poblaciones no se pueden reducir a variables sino son considerados como un todo donde se deben entender los factores que intervienen y el impacto que causan sobre la población en objeto de estudio.

Para el desarrollo de este proyecto se establecieron tres fases de acción las cuales se muestran en el gráfico 1 y se explican a continuación:

Gráfico 1. Resumen del diseño metodológico para la realización de la unidad didáctica.



- **Fase I: Contextualización:** Para ello se trabajó en dos enfoques, el primero permitió identificar los elementos biológicos, pedagógicos, y didácticos mediante la revisión documental de textos, artículos, trabajos de grado y libros sobre la manipulación genética de los organismos. Adicionalmente se revisó el contenido del programa de Biología de grado Noveno del colegio Nicolás Buenaventura que tuviera relación con la temática a tratar integrando la pertinencia de abordarla según los lineamientos Ministerio de Educación Nacional. (MEN).

El segundo enfoque a través de una encuesta se logró recolectar información acerca del proceso académico y saberes previos de los estudiantes de grado noveno de los estudiantes del Colegio Nicolás Buenaventura sobre la temática. (Anexo 2).

- **Fase II: Estructuración y diseño de la unidad didáctica:** Para lo cual se tuvo en cuenta el diseño metodológico planteado por Sanmartí Neus (1994) que integra los criterios para la definición de finalidades/objetivos; la selección de contenidos; organizar y secuenciar los contenidos; la selección y secuenciación de actividades y evaluación. Se elaboró dos apartados uno para el docente y otro para los estudiantes cada uno se describe a continuación:

Apartado del Estudiante: Se seleccionó una unidad temática que corresponda a una secuencia de enseñanza para desarrollar habilidades y capacidades científicas Para ello se tuvo en cuenta la siguiente organización:

- Título.
- Objetivos.
- Introducción
- Contenidos.
- Actividades: Título, Materiales, duración, descripción.
- Referentes bibliográficos

Apartado docente: Se planteó organizar cada unidad temática principalmente en describir el propósito del seguimiento de cada temática y disposición de tiempos para cada actividad. Esta organización se realizó de la siguiente manera:

- Título.
- Presentación.
- Enfoque pedagógico.
- Esquema de proceso de aprendizaje.
- Operación mental desarrollada en cada fase.
- Descripción del propósito de cada actividad y habilidad a desarrollar.
- Evaluación.
- Referentes Bibliográficos.

De esta manera se realizarán tres unidades temáticas: 1. Generalidades de los transgénicos. 2. Plantas transgénicas. 3. Microorganismos transgénicos . Cada uno tendrá los temas requeridos para comprender los diferentes actores y definiciones que se pueden debatir y lograr construcciones propias. Las actividades se organizaron en procesos prácticos, lúdicos, virtuales y problémicos con el fin de lograr evaluar la argumentación.

- **Fase III: Validación:** La validación de la unidad se realizó con docentes especialistas en la enseñanza de Biología y manipulación genética. Para dicha validación se diseñó un formato (anexo 1) que tuvo en cuenta aspectos estructurales, estéticos, procedimentales, funcionales y comentarios adicionales para cada apartado.

Por último, se realizaron los respectivos ajustes teniendo en cuenta las sugerencias que se dieron en la validación realizada por docentes especialistas en el tema.

Instrumentos, técnicas de investigación y sistematización

Las estrategias utilizadas para la recolección de los datos fueron:

- Encuesta con preguntas cerradas y mapas mentales para conocer las ideas previas de los estudiantes sobre el tema
- Formato de validación para los especialistas.

Esta información se recolectó en grupos focales para facilitar el análisis de la información. (Fontana, 2016) Para el análisis de datos se realiza una sistematización a partir de categorización y tabulación para la evaluación del nivel de argumentación.

6. MARCO TEÓRICO

En la actualidad los transgénicos u organismos genéticamente modificados artificialmente (OGM) han representado cambios en el sector agrícola, pecuario y salud, pero también ha causado cuestionamientos y debates especialmente en la manipulación de los genes en plantas y animales (Lander, 2003), incidencia sobre la salud del consumidor y las posibles consecuencias sobre el ambiente (Cuellar, 2009). Teniendo en cuenta la controversia de los OGM se hace necesario abordar su enseñanza desde la diversidad de conceptos involucrados y las posturas tanto de expertos, científicos o estudiosos del tema, como los no expertos (profesionales en general o personas del común).

Los temas que sirven como marco de referencia para el presente trabajo son: transgénicos: Aplicaciones e implicaciones, Unidad didáctica, Enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente, Habilidad de argumentación.

6.1 ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS EN EL LABORATORIO.

Los **Organismos Genéticamente Modificados en el laboratorio (OGM)** son seres vivos a los cuales su material genético ha sido alterado de un modo artificial con una tecnología denominada tecnología de ADN recombinante o ingeniería genética (Organización Mundial de la Salud, 2004). El término transgénico es aplicado al organismo (animal, hongo, vegetal o bacteria) o al producto obtenido a partir de ellos que surge al incorporar material genético procedente de un ejemplar de su misma especie o de otra (Lander, 2003)

El profesor Piqueras (2003), define los OMG artificiales como “los organismos transformados (manipulados) con uno o varios genes cuando la realidad es que todos los que se usan hoy en agricultura están modificados genéticamente” (p.4) teniendo en cuenta las diferentes definiciones podemos evidenciar que esta nueva tecnología abre las puertas a muchos **avances científicos** que se aplican a varios sectores de los cuales el ser humano se beneficia como por ejemplo la producción de fármacos o enzimas, cultivos para la producción de alimentos, control de plagas, tolerancia a sequías etc. . Existen otras definiciones donde consideran que la alteración del material genético puede afectar la salud y el bienestar no solo del hombre sino puede producir riesgos ambientales y sanitarios. Lo cual nos permite entender que los transgénicos han tenido éxito como técnica, pero han sido duramente cuestionados, en especial por el efecto que los genes introducidos en plantas y animales puedan tener. De esta manera todavía no se ha respondido a todas las preguntas sobre el efecto de los alimentos modificados genéticamente sobre la salud del consumidor y por otra, sobre el ambiente y la alteración de la biota. (Lander, 2003)

Sin embargo, hoy la biotecnología moderna emplea transgénicos para obtener beneficios mayores, pero existen opositores que hacen referencia a la potencial incapacidad de predecir lo que pudiera ocurrir el ambiente o en la dieta alimenticia. No obstante, hay que tener en cuenta que nada tiene riesgo cero y que la ingeniería genética aporta mayor precisión en comparación con los movimientos de genes que se produce a través de mejoramiento convencional de cultivos y si existen riesgos con esta tecnología son los mismos que los producidos por las técnicas convencionales (AgroBio, 2016)

Entre tanto, es de señalar que los alimentos modificados genéticamente en el laboratorio son sometidos a una serie de rigurosos análisis y estudios que determinan su seguridad y que son la base para permitir su comercialización en el mercado. Además, las entidades regulatorias ejercer especial vigilancia en los productos que han intervenido de alguna u otra forma la biotecnología para evitar cualquier tipo de riesgo.

Según ArgenBio (2016) las aplicaciones de los transgénicos abarcan a varios sectores como: agrícola, salud, pecuario, industria, entre otras; encontrándose las siguientes:

- Producción de antibióticos, hormonas y proteínas.
- Mayor producción alimentos y protección de cultivos.
- Terapia génica.
- Ayudar en la identificación, aislamiento y caracterización de genes y secuencias importantes para la expresión génica.
- Generar modelos de enfermedades que afectan al hombre, para el desarrollo de nuevas drogas y tratamientos.
- Servir como fuente de tejidos y órganos para trasplantes en humanos.
- Mejorar el ganado y otros animales de importancia económica
- Producir moléculas de interés industrial.

Para transferir genes de un organismo a otro, a nivel de laboratorio, se utiliza un proceso denominado **tecnología de DNA recombinante** el cual permite cambiarle a un organismo sus propiedades originales; siendo una de alternativa importante en la actualidad. Este debe de diferenciarse del término **DNA recombinante** que es la creación de nuevas combinaciones de segmentos o de moléculas de ácidos nucleicos que no se encuentran juntas de manera natural, y es la utilizada durante la tecnología de DNA recombinante. (Cultek S.L.U. 2006). La ingeniería genéticamente tiene muchas aplicaciones comercialmente prácticas. Algunas de las más importantes de la tecnología DNA recombinante según Bernal (2013) es extensa a tal grado que afecta todos los sectores de producción, algunos de los principales campos se muestran en la Imagen 1 y se explican a continuación.

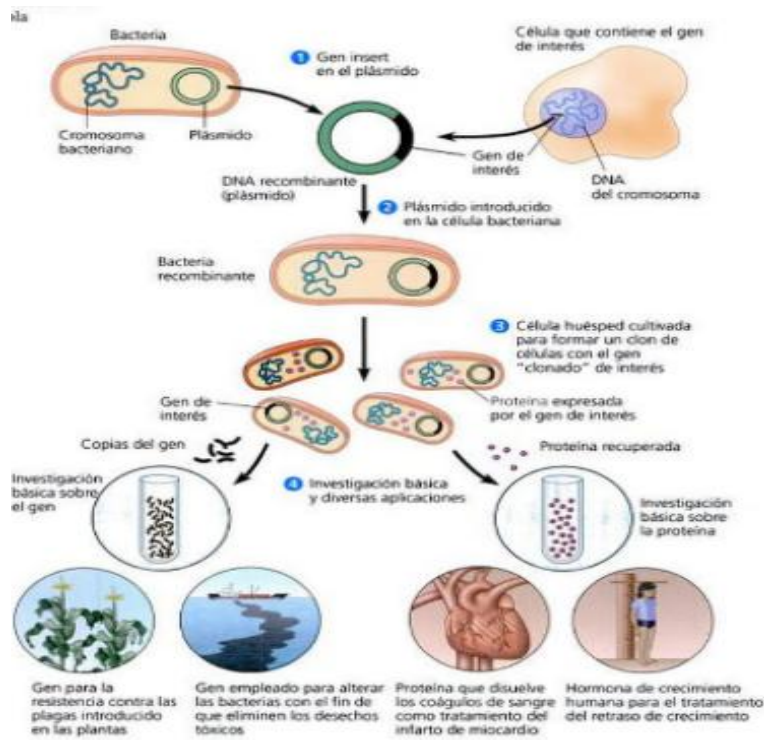


Imagen 1. Pasos y aplicaciones de la tecnología de ADN recombinante. Tomada de Biología

Campbell Recuperada de:

https://books.google.com.co/books?id=QcU0yde9PtK&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

- Aplicación en la medicina e investigación:** Existen varias proteínas con utilidad médica que en la actualidad se producen utilizando esta tecnología como: la somatostatina, la insulina, la hormona del crecimiento humana, los interferones, la interleucina-2 y el factor VIII de la coagulación, entre otras, mejorando el proceso de producción en cuanto a pureza, inocuidad y cantidad. En el pasado, la hormona del crecimiento humana para el tratamiento del enanismo hipofisario se extraía de hipófisis obtenidas durante las autopsias y estaba disponible sólo en cantidades limitadas. Otro es el caso de la insulina que con ayuda de la Ingeniería genética se ha logrado producir insulina a partir de *Escherichia coli* dejando atrás la insulina de los porcinos donde aumentaba los costos de producción y riesgo de zoonosis para los pacientes.

En la actualidad investigaciones se dedican a diseñar RNA antisentido y ribozimas que regulan la expresión de genes específicos. Un área adicional de investigación que se presenta es la terapia génica para la cura de enfermedades genéticas como la inmunodeficiencia combinada grave (SCID), el hipercolesterolemia familiar, la fibrosis quística y la distrofia muscular, y se están desarrollando procesos para tratar otras enfermedades. (Brock, 2000).

Otro campo son las vacunas que utilizan virus para inducir inmunidad frente a un agente infeccioso. Frecuentemente se usan como vacunas preparaciones de virus muertos y siempre existe un peligro potencial para el paciente, si el virus no ha sido completamente inactivo. Dado que el componente antigénico de un virus muerto es la cubierta de proteína, es conveniente producir la cubierta de proteína por separado del resto de la partícula vírica. Por ingeniería genética se pueden clonar genes de la cubierta de proteína y expresarlos en bacterias o un virus no patógeno , haciendo posible el desarrollo de vacunas y convencionales (Brock, 2000)

Sin duda en el futuro se producirán otros importantes péptidos, vacunas orales y anticuerpos monoclonales utilizando plantas desarrolladas mediante ingeniería genética (Cultek S.L.U. 2006)

- **Aplicaciones industriales:** La fabricación de productos protéicos utilizando bacterias, u hongos mejorando las cepas ya existentes con el fin de obtener mayores rendimientos o para producir biomoléculas modificadas. Entre los productos encontramos los antibióticos, enzimas, medicamentos, proteínas, hormonas, la producción de biocombustibles o materiales que tengan menor impacto en el ambiente (Brock, 2000)
- **Aplicación en agropecuaria:** permite la obtención de plantas y animales, alterados genéticamente a los cuales se les llama transgénicos. Estos organismos presentan según la modificación efectuada características como: mejor calidad nutricional, mejor producción, tolerancia a ambientes hostiles, resistencia a plagas, producción de proteínas para diversos usos, entre otros (Brock, 2000).

Entre los rasgos agronómicos (también llamados en inglés “input traits”), encontramos ciertas características morfológicas como tamaño del grano, altura de la planta, resistencia a plagas y enfermedades (virus, insectos, hongos, etc.) y tolerancia a herbicidas o a condiciones ambientales adversas (salinidad, heladas, sequía, etc.).

- **Aplicación ambiental:** Utiliza la enorme diversidad metabólica de los microorganismos que proceden de hábitats naturales. Ejemplo de ello son bacterias que poseen genes para la biodegradación de muchos desechos tóxicos del agua y derrames de petróleo . Los genes deseados del plásmido tol se aíslan de la especie de *Pseudomona putida* y luego se clonan en plásmidos. Otra aplicación es el aumento del rendimiento de cultivos modificados genéticamente para tratar de evitar la agricultura extensiva en ambientes no aptos para ello. (AgroBio, 2016).

Por otra parte, utilizando microorganismos simbióticos para plantas como *Rhizobium* se fortalece y promueve el crecimiento; así como la germinación rápida de algunas plantas evitando la utilización de promotores químicos. Además, la bacteria *Bacillus thuringiensis* como control biológico que tiene una acción efectiva y reduce el gasto de pesticidas que pueden afectar las propiedades del suelo, agua y organismos blancos al ser modificada mejora su efectividad (ArgenBio, 2017)

6.2 TECNOLOGÍA DE DNA RECOMBINANTE

La tecnología de DNA Recombinante utiliza técnicas procedentes de la Biología Molecular con relación a los ácidos nucleicos unidas a metodologías genéricas desarrolladas en la investigación de microbiología, genética y biológica. Según Cultek (2006) y Glick and Pasternak (1994) utilizan los siguientes pasos que se presentan en la Imagen 2 y se explican a continuación:

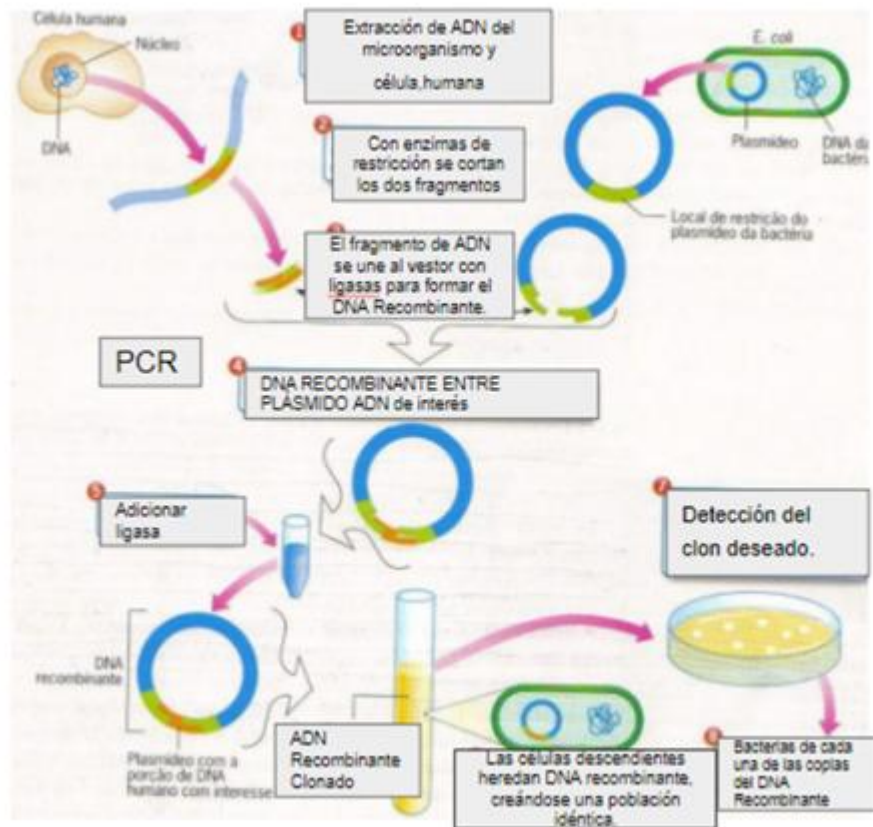


Imagen 2: Tecnología de DNA Recombinante. Recuperada de:

<http://ingeniousnws.blogspot.com.co/2013/04/a-tecnologia-do-dna-recombinante-base.htm>

1. Extracción del ácido nucleico del cual se desea obtener el gen o genes.
2. La fragmentación del DNA se puede realizar de dos maneras, con cortes con enzimas de restricción denominadas endonucleasas que reconocen y cortan secuencias nucleotídicas específicas de ADN o a través de la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) que permite obtener en grandes cantidades un segmento de ADN. Ésta última es la que se emplea en la actualidad para la obtención de genes.
3. El o los fragmentos obtenidos se unen a otra molécula de DNA llamada vector con ayuda de la enzima ADN ligasa. Los vectores pueden replicarse autónomamente en una célula huésped y facilitan la manipulación de la molécula de DNA recombinante recién creada.

4. Incorporación al huésped: La molécula de DNA recombinante, formada por un vector que lleva el segmento de DNA insertado, se puede introducir a un organismo huésped mediante transformación (electroporación, microinyección, microbombardeo y permeabilización de la membrana mediante iones) o por transfección. Dentro de esta célula, la molécula de DNA recombinante se replica, produciendo docenas de copias idénticas conocidas como “clones”.
5. Al replicarse las células huésped, las células descendientes heredan el DNA recombinante, creándose una población de células idénticas, que llevan toda la secuencia clonada.
6. Detección del clon deseado: Los segmentos de DNA clonados pueden recuperarse de las células huésped, purificarse y analizarse; utilizando diferentes técnicas como son: PCR, cortes con enzimas de restricción, anticuerpos o sondas de ácidos nucleicos.
7. Expresión de la proteína codificada por el ADN recombinante: El ADN recombinante introducido es expresado al utilizar inductores (que generalmente es IPTG, análogo de lactosa) obteniendo una proteína recombinante, el cual puede aislarse y examinarse. El inductor se une al represor (que generalmente es lac) evitando que interactúe con el operador permitiendo así la transcripción del gen que posterior se traducirá en una proteína.

6.3 TIPOS DE TRANSGÉNICOS

Se debe tener presente que existen tres tipos de transgénicos y sus procesos se describen a continuación:

- La **sobreexpresión de genes** es el resultado de las duplicaciones o amplificaciones génicas de un segmento para obtener un número de copias mayor para acentuar una característica morfológica, funcional o metabólica. (Nogués, 2002)

Ejemplo de ello es la obtención de plantas con tolerancia a sequía que utiliza el **gen por hahb-4 de girasol que** pertenece a la familia Hd-Zip. Este tipo de gen codifica factores de transcripción que contienen un dominio de unión a ADN

llamado homeodominio asociado a un cierre de leucinas. Con el objeto de determinar la función de este gen se transformaron plantas heterólogas de *Arabidopsis thaliana* para que ellas sobreexpresen. Estas plantas presentan un fenotipo particular en condiciones de crecimiento normal: germinan más rápido, tienen hojas más redondeadas y tallos más cortos. La producción de semillas no se ve afectada, sino al contrario en condiciones de estrés hídrico estas características se acentúan y las plantas presentan una tolerancia pronunciada durante todo el período germinativo y vegetativo a la sequía, sobreviven a condiciones adversas extremas en las cuales los controles sin transformar mueren que se presenta en la Imagen 3 (González, 2008)

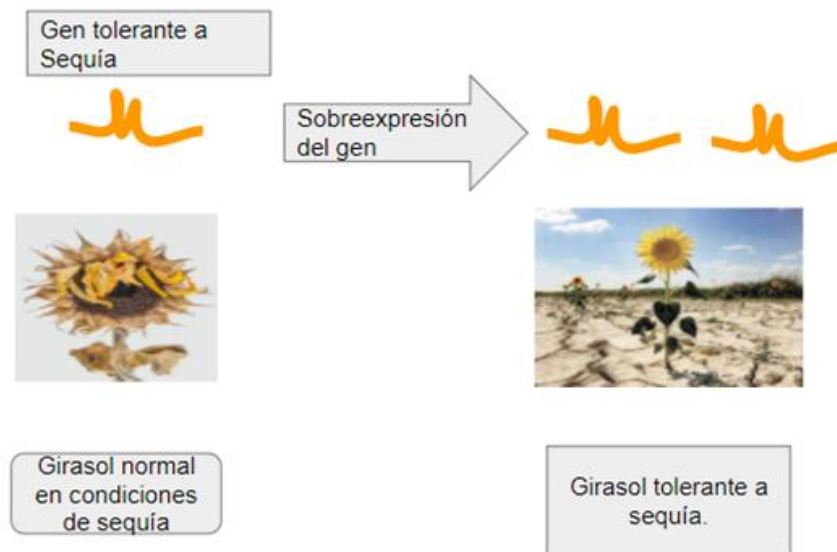


Imagen 3 :Expresión del gen de Resistencia a sequía del girasol.

Otro ejemplo es con el **gen Ras de Scleroderma laeve** de un hongo basidiomiceto capaz de formar asociación de Endomicorrizas con *Eucalyptus*. El gen que codifica RAS fue descrito en diferentes trabajos siendo expresado diferencialmente en varias asociaciones de gestión Empresarial, de la misma forma que genes de factores de elongación de traducción, importantes en la síntesis proteica, y genes que codifican proteínas de las subunidades de ATP

sintetasa, responsables por proveer el ATP necesario para para sustentar las funciones dependientes de energía en las endomicorrizas. Las proteínas monoméricas RAS son responsables por unirse al GTP y regulan vías de transducción de señales, promoviendo alteraciones adaptativas que pueden resultar en la formación de Endomicorrizas (Betancourth, 2012)

- **La inhibición de genes** se realiza mediante la técnica de ARN anti sentido, donde el segmento de ARN se une a los nucleótidos complementarios del ARNm, evitando que se transcriba y traduzca la proteína, regulando la expresión génica. El silenciamiento génico mediado por ARN es utilizado habitualmente para apagar genes y es un mecanismo de regulación de la expresión génica en los seres vivos. La expresión génica puede ser regulada tanto a nivel transcripcional como post transcripcional, siendo esta última la utilizada en la transformación genética.

El silenciamiento génico transcripcional (en Inglés Transcriptional Gene Silencing o TGS) es el resultado de la modificación del ADN o histonas presentes en la cromatina. Estas modificaciones crean un ambiente de heterocromatina alrededor de un cierto gen, que impide el acceso de la maquinaria transcripcional reprimiendo la expresión de dicho gen.

El silenciamiento génico post transcripcional en cabo es un mecanismo que implica la degradación de un ARNm específico, la destrucción de este ARN impide su normal traducción por lo cual no se sintetiza la proteína correspondiente (ArgenBio,2014)

Un ejemplo es **la rosa Azul**, en Australia, una organización de investigación científica en industrial (CSIRO fue capaz de obtener exitosamente rosas azules, en conjunto con un grupo japonés. Para según ArgenBio 2014 hacerlo recurrieron a la siguiente estrategia (Imagen 2):

1. “Apagaron” la producción del pigmento rojo silenciando el gen de la enzima dihidroflavonol reductasa (DFR) original de la rosa.
2. Insertaron un gen de la planta de pensamiento para la producción del pigmento azul (o delfinidina).

3. Restituyeron la actividad de la enzima DFR por introducción del gen de la DFR del lirio azul.



Imagen 4. Etapas para obtener una rosa azul. Tomada de Agrobio. Recuperada de: http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Silenciamiento_genico_Argenbio.pdf

Otro ejemplo es el **Tomate Flavr Savr™** donde se Inhibe la poligalacturonasa (PG); la estrategia de Calgene para la obtención de un tomate larga vida, el cual se vende en los EE. UU., fue utilizar el gen antisentido que bloquea al gen endógeno de PG. En ausencia de PG no hay degradación de las cadenas de poligalacturónico de la piel del tomate, por lo que sigue conservando su aspecto fresco varias semanas después de cosecharlo. Los demás aspectos de la maduración no se modifican. Se puede dejar el tomate en la planta más tiempo sin miedo a que se estropee luego y ello permite que pasen más sustancias que confieren sabor y hacen el fruto más apetecible (ArgenBio, 2014).

- **La inducción o introducción de genes** permite la presencia de uno o varios genes nuevo en un organismo (Roca y Ramírez, 2000)

Un ejemplo de ello es **la insulina recombinante producida por *Escherichia coli*** que es utilizada en la actualidad por las personas con diabetes tipo 2 (insulino dependientes). La insulina humana Recombinante se produce en *E. coli* a partir de 1980 y su aprobación para uso clínico fue en 1982 revolucionando la biotecnología. La insulina es el primer caso de proteína producida por ingeniería genética, esto fue posible por el desarrollo de técnicas que permitieron transferir

información genética de un organismo a otro y expresar esa información en el organismo huésped. Como la insulina humana madura está formada por dos cadenas polipeptídicas la A y la B, ellas se sintetizaron de manera separada en un plásmido que contiene el gen de la b-galactosidasa. Los 2 plásmidos recombinantes se transformaron en *E. coli* produciendo proteínas quiméricas, (una procede de la secuencia de la b-galactosidasa unida por una metionina a la cadena de glicocola de la insulina y la otra unida a la fenilalanina de la insulina). Como ninguna de las cadenas de insulina contiene metionina, esto se aprovechó para separar las cadenas de la insulina del resto de proteína quimérica rompiéndola con bromuro de cianógeno. Una vez purificadas las dos cadenas, se unen mediante una reacción que forma puentes disulfuro y se obtiene insulina humana pura, siendo el producto final, insulina humana biosintética idéntica en todos los aspectos a la insulina purificada del páncreas humano (Soto, 2015)

La obtención de la insulina recombinante se realiza de esa forma porque si se transforma la bacteria con un plásmido que contiene el gen entero de la insulina se obtendría como resultado la preproinsulina que una molécula sin las modificaciones post traducciónales necesarias para ser funcional en humanos.

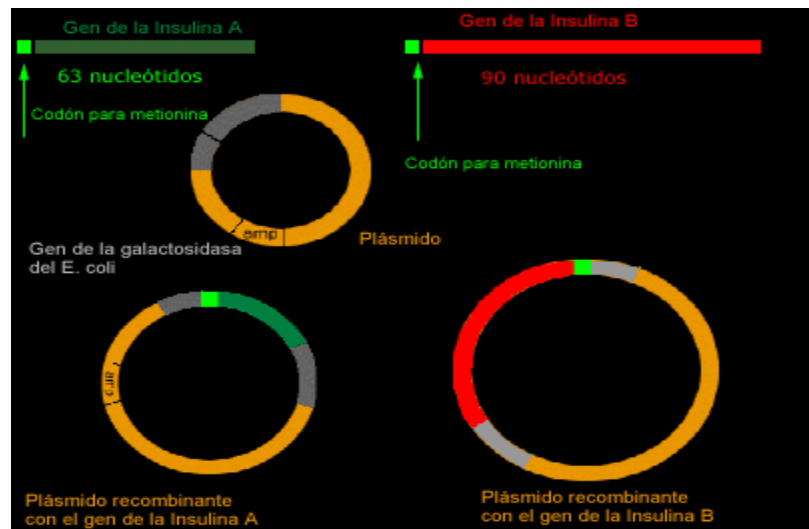


Imagen 5. Producción de la insulina A y B por separado. Tomada de Producción de insulina Recombinante. Recuperada de: http://www.iqb.es/d_mellitus/historia/historia07.htm

Otro ejemplo es la producción en grandes cantidades de producción de **proteínas recombinantes comerciales** se ha basado también, en el cultivo en medios químicamente definidos de levaduras como *Pichia pastoris* y *Saccharomyces cerevisiae*. Los vehículos de clonación empleados en levaduras suelen acarrear como promotores al gene PGK (3-phosphoglycerate kinase, 3- fosfoglicerato quinasa), ADH1 (alcohol dehidrogenase 1, alcohol deshidrogenasa 1), fosfatasa ácida y genes del cluster GAL (galactosa) 5,15,16. En la industria biofarmacéutica, los sistemas de expresión con levaduras son altamente valorados ya que pueden realizarse en medios químicamente definidos y además no se requiere remover endotoxinas bacterianas, ambos aspectos reducen el costo de la producción del producto. Se han logrado obtener cepas recombinantes de *S. cerevisiae* capaces de llevar a cabo la N-glicosilación (adición de carbohidratos al grupo R del aminoácido asparagina de la proteína) de proteínas heterólogas (Vega,2014)

Pichia pastoris expresa un gen de **endoglucanasa** aislado de *Trametes versicolor* llamado tveg que es utilizada para la producción de bioetanol (Vega,2014)

6.4 PLANTAS TRANSGÉNICAS.

ArgenBio (2013) las define como “una planta la cual contiene uno o más genes que han sido transferidos (transgenes) de otra planta no emparentada o de una especie diferente” a través de ingeniería genética a este proceso se le denomina mejoramiento genético no convencional. Las plantas que tienen transgenes también se denominan genéticamente modificadas o cultivos genéticamente modificados, mediante diferentes técnicas de transformación (directo o indirecto) con el objetivo de sobreexpresar, inhibir o introducir genes como ya se explicó anteriormente. (López, 2003). Aunque estas modificaciones parecen novedosas, en los últimos 10 mil años todos los cultivos han sido genéticamente modificados con respecto a su estado silvestre, mediante la domesticación, la selección y el mejoramiento controlado a través de períodos prolongados llamándole a esto mejoramiento genético convencional, tradicional o selección artificial. Los procesos de mejoramiento genético convencional y no convencional han permitido la generación de nuevas variedades que han sido y continúan siendo utilizadas en la agricultura; lo que cambia entre ellas es la manera de obtenerlas.

La siembra de los cultivos transgénicos está concentrada en 26 países. Sin embargo, el 91% de ellos se encuentran en Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá e Italia. Según la ISAAA los principales cultivos son cuatro donde : el 78% corresponde a la soya, el 64% al algodón, el 26% al maíz y el 24% a la canola. Estos cultivos se iniciaron desde el 1996 y han aumentado como se observa en imagen 6.

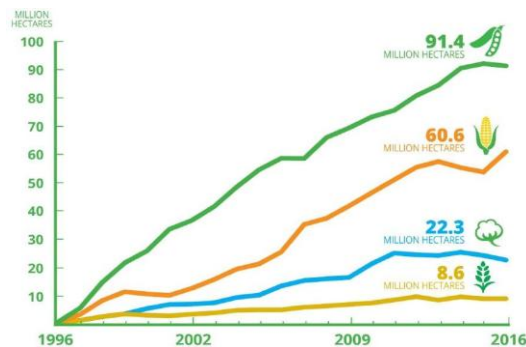


Imagen 6. Gráfica de aumento de cultivos transgénicos en el mundo Recuperada de:<https://elcomercio.pe/blog/expresiongenetica/2017/05/cultivos-transgenicos-2016>

En caso de Colombia para el 2016 se sembraron 100.109 hectáreas de maíz y 9.814 hectáreas de algodón y 12 hectáreas con flores genéticamente modificadas (clavel azul) como que muestra en la imagen 7. (Instituto Colombiano Agropecuario, 2016)

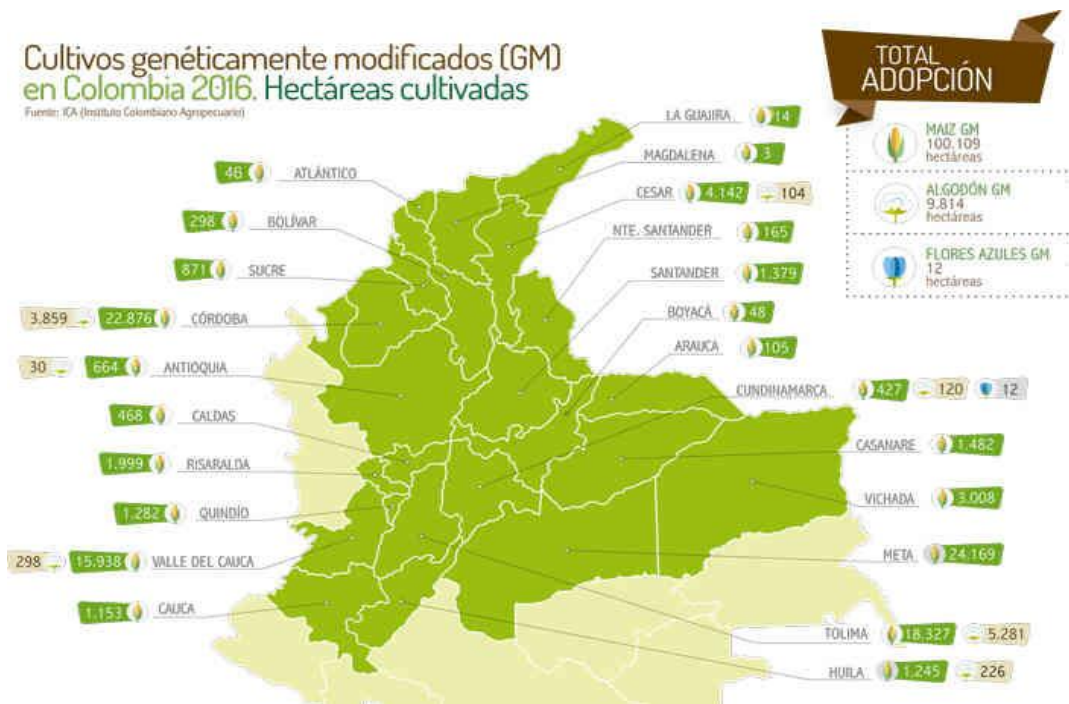


Imagen 7. Cultivos modificados genéticamente en Colombia 2016. Recuperada de: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/transgenicos-en-colombia-así-están-distribuidos-por-departamento/37789>

En 2017 se sembraron cultivos transgénicos en 24 departamentos del país. Los departamentos líderes en producción de cultivos genéticamente modificados son Meta, Córdoba y Tolima, siendo este último, el departamento que más crece en maíz transgénico (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2017)

De acuerdo con las cifras del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, durante 2017, en Colombia se sembraron 86.030 hectáreas de maíz genéticamente modificado (GM), 9.075 de algodón y 12 hectáreas de flores azules para un total de 95.117 hectáreas de cultivos transgénicos. Así mismo, la información muestra que el número de departamentos que adoptaron la tecnología aumentaron respecto al año anterior. Ahora bien, desde que el ICA aplica la Resolución 3492 de 1998 que establece el procedimiento para la introducción, producción, liberación y comercialización de OGM en el sector agrícola, Colombia abre un camino progresivo hacia los cultivos transgénicos en rosas y claveles azules, algodón y maíz; que son actualmente los transgénicos autorizados en Colombia. Actualmente son 24 los departamentos que siembran este tipo de cultivos. En Colombia, existen diecisiete alimentos derivados de plantas genéticamente modificadas (GM) que se

encuentran aprobados para el consumo humano por parte del INVIMA (2016) los cuales se presentan en la Imagen 8:

NOMBRE COMÚN	IDENTIFICADOR ÚNICO	COMPAÑÍA	USO APROBADO
Algodón	MON-00531-6	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Algodón	MON-01445-2	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Maíz	MON-00810-6	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Maíz	MON-00603-6	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Trigo	MON-71800-3	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Semilla de soya	MON-04032-6	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Remolacha Azucarera	KM-00071-4	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Maíz	DAS-01507-1	DuPont Colombia S.A.	CONSUMO HUMANO
Algodón	MON-00531-6 X MON-01445-2	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Arroz	BCS-05003-7	Bayer CropScience,	CONSUMO HUMANO
Arroz	ACS-05002-5	Bayer CropScience,	CONSUMO HUMANO
Maíz	SYN-BT11 011-1	Syngenta	CONSUMO HUMANO
Algodón	MON-15985-7	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Algodón	MON-88913-8	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Maíz	REN-00038-3	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO
Maíz	MON-00603-6 X MON-00810-6	Compañía Agrícola Colombiana	CONSUMO HUMANO

Imagen 8. OGM PARA CONSUMO HUMANO AUTORIZADOS EN COLOMBIA. Tomada de Invima. Recuperada de https://www.invima.gov.co/images/pdf/tecnovigilancia/bioseguridad/ABC_de_OGM.pdf

Según el Ministerio de Agricultura, en Colombia se adelantan investigaciones en diversos productos como el café con resistencia a la broca, la yuca con resistencia al barrenador

del tallo, el arroz con resistencia al virus de la hoja blanca, la caña de azúcar con resistente al virus de la hoja amarilla, el gusano de seda para la expresión de albúmina humana y rosas modificadas genéticamente para la expresión de color azul. (Ministerio de Agricultura, 2016)

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, científicos estudian un arroz con resistencia al virus de la hoja blanca. Esta característica se obtuvo a través la inserción de genes que codifican para la nucleoproteína del virus de la hoja blanca. El ICA autorizó al CIAT a realizar ensayo en campo en condiciones controladas. En la yuca se está trabajando para la modificación de las características del almidón, reducción del cianuro, enriquecimiento en provitamina A en la raíz, control de floración, aumento de la materia seca y producción de etanol (biocombustibles), esta investigación está a nivel de laboratorio.

El Centro de Investigaciones Biológicas, CIB, en asocio con la Universidad Nacional de Medellín y la Universidad Nacional de Colombia han incursionado en las investigaciones en papa transgénica principalmente para desarrollar resistencia a *Tecia solanivora*. Esta investigación se encuentra en ensayo en campo en condiciones controladas (AgroBio,2016)

6.5 TRANSFORMACIÓN EN PLANTAS.

La transferencia de los genes a la célula vegetal puede ser por métodos directos o indirectos. De esta manera se han empleado diferentes mecanismos entre los que se encuentran la electroporación, microinyección, biobalística o pistola genética y por transformación con la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* que en la actualidad con la nueva clasificación taxonómica se llama *Rhizobium radiobacter*. Estos dos últimos mecanismos son los utilizados para transformar plantas.

TRANSFORMACIÓN utilizando *Agrobacterium tumefaciens*

En condiciones naturales *A. tumefaciens* tiene la capacidad de transferir un segmento extracromosómico de su ADN a plantas formando unos tumores conocidos como "agallas"

o "tumores del cuello", que crecen en la zona donde se unen la raíz y el tallo y esto fue demostrado por Chilton (como se citó en García, 2014) cuando aislaron tumores axénicos de la agalla de la corona en tabaco. El impacto de este hallazgo ha tenido grandes aplicaciones en diversos campos de la biología.

La transformación mediada por *A. tumefaciens* es en muchos casos el método de elección, debido a que este es el único organismo, que mediante un mecanismo natural es capaz de introducir segmentos de ADN en el núcleo de una célula vegetal. Además, presenta algunas ventajas con respecto a la biobalística, como simplicidad, eficiencia, transferencia estable de los segmentos relativamente largos ADN con pocos rearrreglos, e integración de un bajo número de copias en el cromosoma vegetal (Pineda, 1998).

El segmento extracromosómico transferido es denominado T-ADN que de tipo silvestre transporta genes involucrados en la síntesis de hormonas de crecimiento vegetal, y en la producción de opinas, que son a la vez la mayor fuente de nitrógeno y carbono para *Agrobacterium*.

Esta bacteria durante su ciclo de vida tiene la capacidad de transformar genéticamente las plantas que infecta debido a la acción virulenta del plásmido Ti de aproximadamente 200 pb que induce la formación de los tumores, debido a que este se encuentran genes de virulencia, de síntesis, catabolismo y síntesis de fitohormonas que son necesarias para llevar la adecuada infección de la planta (García, 2014)

El plásmido Ti se ha caracterizado por tener tres regiones, Región T-DNA que es el segmento de ADN que se transfiere al genoma vegetal que de acuerdo Morillo (2008) "por dos secuencias constituidas por repeticiones directas de 23 nucleótidos que delimitan la zona del plásmido que se va a movilizar, denominándose borde derecho e izquierdo del DNA-T" (p.3) La segunda región se denomina vir o virulencia, debido a que contiene los genes necesarios para procesar y transformar el DNA Ti que contiene 35 kb está compuesta por virA, virB, virB, virE, virG, vir y la Tercera, la región rep, que está implicada en la replicación del plásmido Ti.

Los componentes genéticos del *A. tumefaciens* esenciales para la transformación de la célula vegetal son: El T-ADN; la región vir, la cual participa en la generación del T-ADN y en su transferencia mediante la producción de proteínas que responden a los compuestos específicos secretados por las células vegetales lesionadas (tabla 1) ; y por último los genes cromosomales de virulencia (*chv*) involucrados en la quimiotaxis bacteriana en la unión de la célula hospedera que se muestra en la Imagen 8 y tabla 1 (Pineda, 1998)

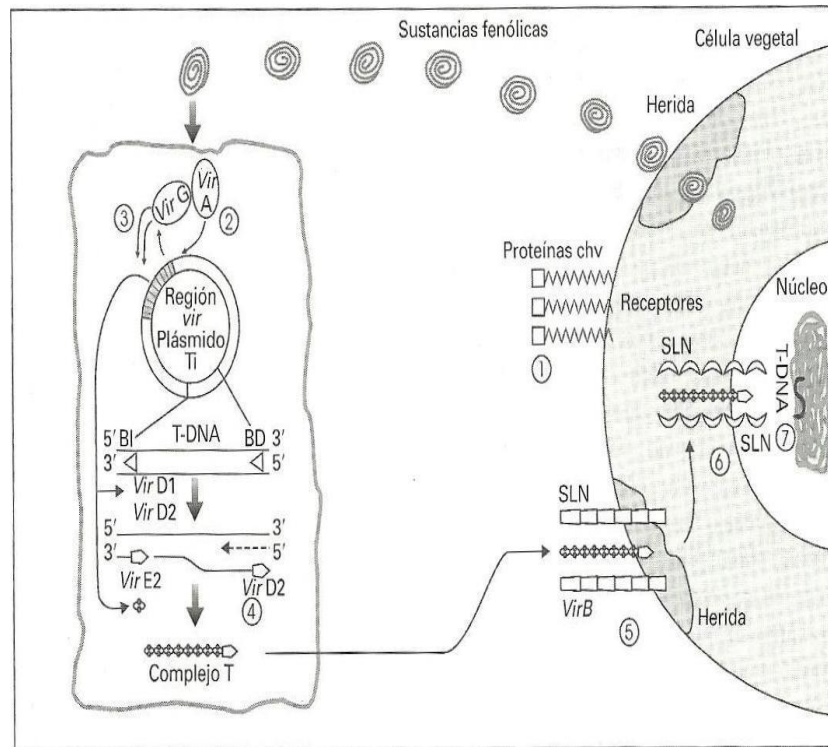


Imagen 9. Interacciones Agrobacterium- célula vegetal. Tomada de Sheng and citovsky 2000. Recuperada de <http://fisiolvegetal.blogspot.com.co/2012/11/agrobacterium-tumefaciens-como-vector.html>

Tabla 1. Procesos celulares involucrados en la interacción *Agrobacterium*-planta.

Proceso celular	Integración <i>Agrobacterium</i> -célula vegetal	Proteínas de <i>Agrobacterium</i> involucradas en el proceso
Reconocimiento célula célula	Unión de <i>Agrobacterium</i> a los receptores de superficie de la célula hospedera	ChvA, ChvB, Att
Señal de transducción	Reconocimiento de las moléculas señal vegetales y a vía de transporte del T-DNA	ChvE, vir A, vir G, (P21,P1) ^b
Actividad transcripcional	Expresión de genes vir después de la fosforilación del activador transcripcional	vir G
Metabolismo del DNA conjugativo	Corte de los bordes del T-DNA, y movilización de la copia de cadena sencilla transferible del T-DNA (hebra-T)	vir D1, vir D2, vir C1, (virD3)
Transporte intercelular	Formación del complejo- T proteína-DNA; formación de un canal transmembranal; salida del complejo-T hacia el citoplasma de la célula vegetal receptora	vir E2, vir E1, vir D2, vir D4, vir B4, vir B7, vir B9, vir B10, vir B11,(vir B1, otras proteínas (vir B)
Importación nuclear	Interacción con receptores SLN de la célula receptora y transporte del complejo-T a través del poro nuclear	vir D2, vir E2
Integración del T-DNA	Integración dentro del genoma de la célula vegetal; síntesis de la segunda hebra del T-DNA.	Vir D2, vir E2

Tabla 1. Interacción *Agrobacterium*-planta. Tomada de Sheng and Citovsky,1996.

Para utilizar el sistema de transformación mediado por *Agrobacterium*, se requiere de cepas desarmadas, que son aquellas, en las que el T-DNA ha sido eliminado. Para obtenerlas, el plásmido residente Ti debe ser modificado mediante un proceso de recombinación, que permite eliminar los genes responsables de la formación de tumores en la planta para ser reemplazados por los genes de interés. La metodología para la obtención de plantas transgénicas por *A. tumefaciens* se explica a continuación y se muestra en la imagen 9. De acuerdo con Roca y Ramírez (como cito Garcia, 2014) se debe seguir el siguiente protocolo:

1. Se debe iniciar con la construcción de un vector: se emplean dos tipos de vectores: los de cointegración (sistemas en *cis*) o los binarios.

Los vectores cointegrados resultan de la integración de un plásmido foráneo pequeño al plásmido TI de la cepa desarmada de *Agrobacterium*, mediante un proceso de recombinación. Estos vectores, se obtienen a partir de un plásmido Ti desarmado, que contiene el borde izquierdo y el plásmido foráneo, que contiene el gen de interés flanqueado por el borde derecho y una región homóloga al borde izquierdo; la recombinación se lleva a cabo por un evento de entrecruzamiento de regiones homólogas de los dos plásmidos, dando como resultado un solo plásmido.

Los vectores binarios (sistemas en *trans*) es la estrategia más empleada. Estos vectores, se derivan de plásmidos que se replican en *E. coli* y en *A. tumefaciens*, no necesitan integrarse al plásmido Ti y se mantienen como plásmidos independientes, dentro de la célula bacteriana.

2. Infectar las células del organismo a transformar con *A. tumefaciens* transgénico. Para llevar a cabo este proceso se lesionan los explantes (plantas cultivadas in-vitro) y se les adicione una suspensión de *A. Tumefaciens*, por un tiempo de 10 minutos
3. Co-cultivo: en el cual, la cepa de *Agrobacterium* que contiene el vector con los genes de interés, es puesta en contacto con el tejido vegetal a transformar en oscuridad

por 3 o 4 días, para que se realice la transferencia de T-DNA a las células vegetales que fueron expuesta a la infección.

4. Colocar el explante en un medio de cultivo con el antibiótico para eliminar los explantes no transformados.

5. Regeneración de las plantas transformadas por cultivo in-vitro.

6. Verificar los transformantes con pruebas de transgénesis: a ser a nivel molecular, alergenicidad, fisicoquímicas, toxicidad.

7. Si las plantas cumplen satisfactoriamente las pruebas de transgénesis, se procede a realizar diferentes ensayos donde se analizan las características propias de la especie a nivel del fenotipo, además se verifica la expresión génica del gen inducido, su estabilidad en el genoma teniendo en cuenta varias generaciones y el contacto con el ambiente.

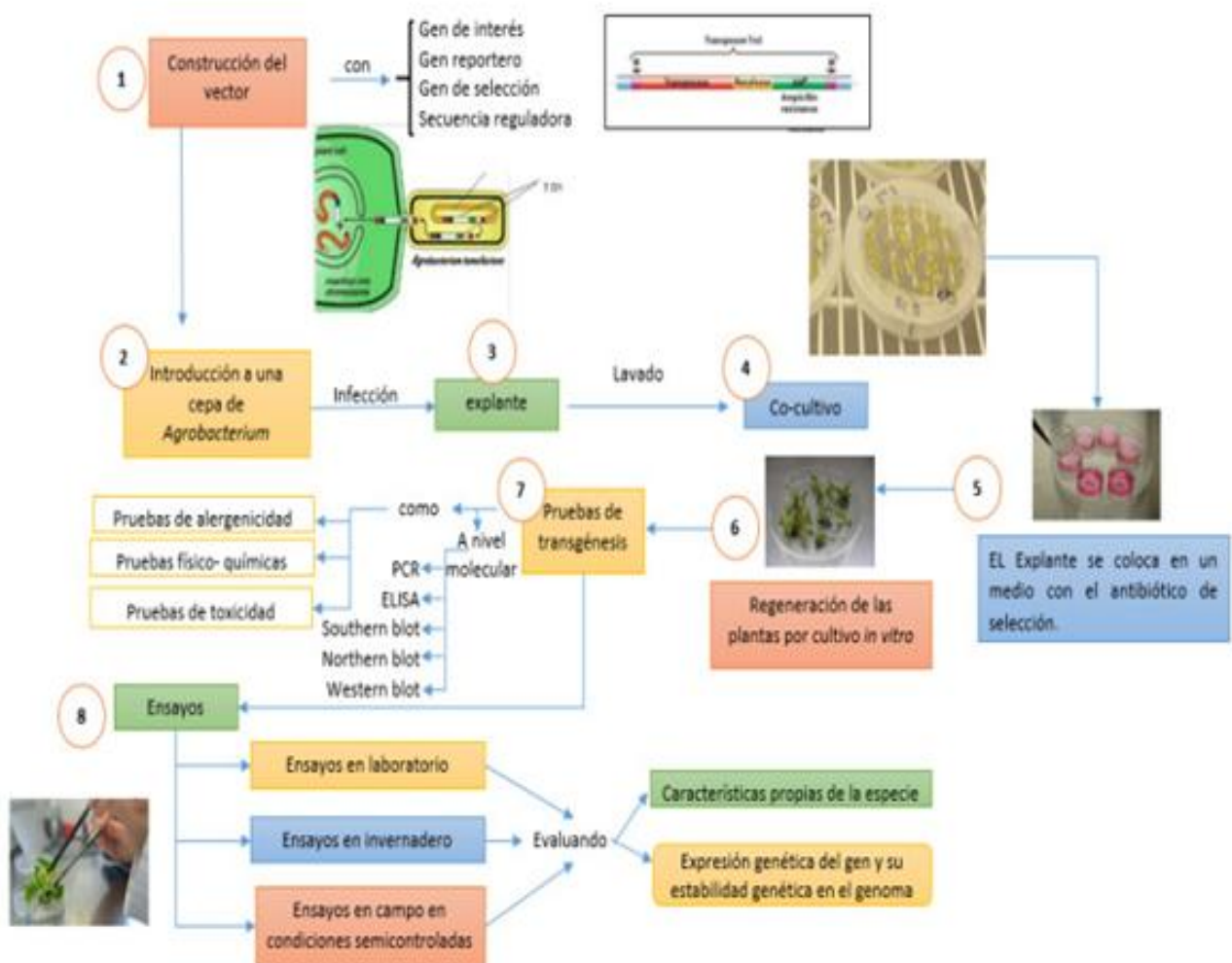


Imagen 9: Fases para la transformación genética mediante *Agrobacterium tumefaciens* . Recuperada de:
Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante *Agrobacterium tumefaciens* a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje.

BENEFICIOS DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS:

Actualmente las plantas transgénicas son de gran importancia en la agricultura porque fueron creadas para mejorar características puntuales; a continuación se mencionan algunos beneficios.

- **Mejor calidad nutricional.** La técnica de ingeniería genética ha permitido mejorar el contenido nutricional de los alimentos fomentando la introducción de proteínas, vitaminas o minerales que permiten complementar sanamente la dieta del ser humano y de algunos animales (Sánchez, 2008) .Un ejemplo es el arroz dorado, que es rico en Vitamina A, el cual ayuda a mantener el funcionamiento de la vista. La expresión de ciertos nutrientes que no estaban presentes antes en determinados cultivos es una buena opción para combatir la desnutrición en poblaciones con acceso restringido a muchos alimentos, y que por tal razón tienen una dieta incompleta y deficiente
- **Desarrollar cultivos más productivos (agricultura intensiva):** En este caso los agricultores obtienen una simplificación del trabajo al mantener el cultivo estable en donde es tolerante a condiciones ambientales adversas o resistencia contra plagas; lo cual permite el aumento de la productividad en la cantidad y calidad del alimento o producto final. (Merguth, 2017)
- **Resistencia de los cultivos a insectos, enfermedades y tolerancia a herbicidas** Los Cultivos genéticamente modificados en el laboratorio ofrecen importantes beneficios porque permite desarrollar plantas que tengan resistencia a determinadas plagas como a insectos y hongos. Un ejemplo de ésta biotecnología agrícola es el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) (la cual se encuentra de forma natural en el suelo) que contienen genes que expresan proteínas tóxicas específicas a insectos plagas; confiriéndole a los cultivos como el maíz, el algodón, la soya, entre otros resistencia a ellas (Sánchez, 2008) Con lo cual no sólo están ahorrando en costos de producción, sino teniendo un mejor rendimiento en la contribución global de alimentos, la seguridad alimentaria, cuidando el ambiente con la disminución de herbicidas y plaguicidas en los cultivos lo que

permite reducir el impacto de la agricultura en los ecosistemas que están asociados a este uso.

Con respecto a la tolerancia al herbicida Roundup Repodemos encontrar el algodón RR el cual contiene el gen de la enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS) que lo hace tolerante al glifosato lo que permite al productor aplicar dicho herbicida en cobertura en ciertos momentos (Agrobio 2005). De esa forma se cuenta con los beneficios de un herbicida de amplio espectro, de acción sistémica y sin acción residual. El Algodón RR posee excelente tolerancia vegetativa a Roundup, aunque no posee tolerancia reproductiva. Es decir que puede ser asperjado con Roundup en cobertura total desde emergencia hasta el estado de cuatro hojas, inclusive. (Agroparlamento, 2018)

- **Tolerancia a estrés ambiental (sequía, acidez, sales).** Para determinar este avance se han aislado genes de organismos resistentes a determinadas condiciones ambientales extremas para introducirlos o sobre expresarlos en la planta deseada; la cual con elevadas o bajas temperaturas, condiciones de salinidad o entre otras condiciones adversas pueden provocar estrés en las plantas. Ejemplos arroz y algodón. (Viajaya, 2010)
- **Producción de biofarmacéuticos.** La producción de vacunas y anticuerpos mediante plantas genéticamente modificadas representan más que un avance mejoras como en la Hepatitis B que tienen un costo y dificultad menor (Sánchez, 2008).
- **Producción alimentos libres de aditivos químicos.** Al lograr que las plantas puedan resistir al estrés ambiental y parásitos que pueden atacar su producción, los frutos y alimentos quedan libres de fungicidas, herbicidas, insecticidas entre otros plaguicidas químicos que pueden afectar a los consumidores y otros seres vivos que los consumen y con ellas proteger algunos recursos naturales.
- **Eliminación de sustancias tóxicas y alérgicas.** La seguridad de los alimentos modificados genéticamente en el laboratorio presentan menores cantidades de pesticidas que los tradicionales debido a que éstos alimentos son analizados a

nivel genético, químico, biológico y nutricional `por lo cual se realizan ensayos en laboratorio y al contacto con el ambiente (ArgenBio, 2014) Es necesario tener presente que con los Cultivos Genéticamente Modificados se tiene una mayor protección debido a que realizan más bioensayos que una planta normal cuando se mejora de manera tradicional. Es el caso de la yuca, cuyas raíces contienen niveles elevados de cianuro, cuya acumulación en la sangre puede producir efectos perjudiciales. También se realizan investigaciones para reducir la alergenicidad en el trigo (menor contenido de gluten), una de las alergias más frecuentes. Trabajos adicionales se adelantan para la obtención de maní sin alérgenos.

6.6 MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS.

Los primeros organismos modificados genéticamente en laboratorio fueron las bacterias y las levaduras para producir proteínas recombinantes interés para la industria. Esto se debe a su alta tasa reproductiva en un tiempo corto, se desarrollan en medios de cultivos de bajo costo, su genoma es pequeño y se conoce. En la actualidad muchos de los productos consumidos por el ser humano son derivados de algún microorganismo por lo cual son de gran importancia para la formación de vitaminas y aminoácidos que se usan para la producción de alimentos o complementos alimentarios, como por ejemplo los carotenoides que se usan como aditivos y colorantes (Delgado, 2015). También los microorganismos se utilizan enzimas que degradan compuestos orgánicos y en la producción de enzimas que son indispensables en las técnicas de biología molecular.

La mayoría de Biofármacos producidos de Microorganismos transgénicos son obtenidos de proteínas recombinantes que son aquellas que se obtienen de un gen clonado en una especie o una línea filogenética distinta a la célula original. El uso de estas proteínas puede ser terapéuticas en el tratamiento de diversas enfermedades crónicas y diferencias hereditarias que han tenido avances médicos en 80 años.

Estas sustancias heterólogas se producen in-vitro mediante tecnologías DNA Recombinante que permiten la producción de productos más seguros porque sólo expresan el gen de interés, se producen en grandes cantidades con bajos costos de

producción y altas puridades de una o varias proteínas (Trujillo,2009). De esta manera las ventajas al utilizar proteínas recombinantes se mencionan en ArgenBio (2014) son:

- La alta producción y reducción de costos debido a que se obtienen las proteínas humanas, o de cualquier origen, en organismos fácilmente de una forma más fácil y sobre todo reproducible, en comparación con el obtenido por extracción a partir de su fuente natural (en el caso de la insulina, se obtenía a partir de páncreas de animales).
- Se obtienen productos libres de patógenos y otros riesgos potenciales. Esto es particularmente importante en el caso de los productos farmacéuticos, ya que de ésta manera se evita el contagio de enfermedades como el SIDA y la hepatitis B o C por empleo de hormonas o factores derivados de sangre u órganos humanos.
- Pueden producirse proteínas que no existen en la naturaleza, como los anticuerpos de cadena simple, útiles en el diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades.

El proceso de producción de **proteínas recombinantes** se mencionó anteriormente en el ejemplo de la obtención de la insulina donde se selecciona e identifica el gen responsable de la proteína de interés para posteriormente introducirlo con el fin de obtener copias de éste y finalmente inducir la expresión del gen; además de confirmar la producción y calidad de la proteína finalmente obtenida.

Respecto a la expresión de las Proteínas Recombinantes en la elección del organismo en la cual se hará el procedimiento depende de las características fisicoquímicas y la relación que tenga con la proteína de interés. La mayoría de estas proteínas son producidas en la bacteria ***Escherichia coli*** que es uno de los modelos más simples de producción de proteínas recombinantes algunas citoquinas de forma soluble y en forma de cuerpo de inducción ;por tal razón además de su fácil manejo y adaptabilidad además tiene altos niveles de productividad de proteínas de interés (Castañeda, 2015).

La expresión de proteínas recombinantes en hongos se realiza comúnmente en *Saccharomyces cerevisiae*, *Hansenula polymorpha*, y *Pichia pastoris* debido a la alta velocidad de crecimiento, adaptabilidad en los cambios de los bioreactores y las posibilidades de concentración de biomasa con alta productividad de metabolitos

secundarios (Ramses, 2009). Otra ventaja al utilizar estos microorganismos son que no producen exotoxinas y además son capaces de glicosilar proteínas.

A continuación se presentará los productos obtenidos por microorganismos transgénicos que tienen una función determinada en algún campo o aplicación en la industria:

Proteínas Terapéuticas.

La gran mayoría de los biofármacos actualmente son proteínas recombinantes. La obtención de proteínas recombinantes se logra mediante la inserción del gen que expresa la proteína de interés en un organismo diferente. La demanda de proteínas recombinantes terapéuticas de consumo humano se ha convertido en una realidad comercial algunas de las importantes se muestran en la tabla 3 y ha aumentado dramáticamente durante los últimos años, salvando un número incontable de vidas gracias a la casi accesibilidad ilimitada de estas proteínas.(ArgenBio, 2014)

Proteínas de la Sangre.	
Productos	Función
Eritropoyetina Factores VII, VIII y IX Insulina	Trata ciertos tipos de anemia Favorecen la coagulación Permitir el funcionamiento correcto del metabolismo de la glucosa.

Tabla 3. Algunos productos de las proteínas recombinantes. Recuperada de Microbiología de Brock

Hormonas Humanas.

La Producción de hormonas en microorganismos transgénicos se observa en la tabla 3 (Madigan,et al.,2016). Con respecto a la insulina se obtiene el gen de humanos y se transforma en E. coli para posteriormente expresarlo y multiplicarlo generando una gran

cantidad de la nueva biomolécula. Otro ejemplo es la hormona de crecimiento humana o somatotropina obtenida por técnicas de DNA recombinante en cultivos de *E. coli* o de células de mamífero, es un medicamento biotecnológico que desde 1985 permite mejorar la velocidad de crecimiento y la estatura final en pacientes con deficiencia de hormona de crecimiento, síndrome de Turner, insuficiencia renal crónica, síndrome de Prader-Willi, síndrome de Noonan, deficiencia de SHOX, retraso de crecimiento intrauterino y talla baja idiopática. (Madigan, et al., 2016)

Hormonas Humanas	
Productos	Función
Factor de crecimiento epidérmico	Cicatrización de las heridas
Hormona estimulante del folículo	Tratamiento de alteraciones de la reproducción
Insulina	Tratamiento de la diabetes
Factor de crecimiento del nervio	Posible tratamiento de alteraciones neurológicas
Relaxina	Facilita el parto.
Somatotropina	Tratamiento de algunos tipos de trastornos del crecimiento y la baja estatura.

Tabla 4. Algunos productos de las proteínas recombinantes. Recuperada de Microbiología de Brock

Moduladores inmunitarios.

Las sustancias inmunomoduladoras tienen la capacidad de modular la respuesta inmune, ya sea estimulándola o suprimiéndola. Entre ellas, a los inmunopotenciadores se les atribuyen funciones importantes en las inmunodeficiencias de algunos tipos de

infecciones virales y bacterianas, especialmente en el tratamiento del cáncer, cuando las radiaciones y los medicamentos anticancerosos rompen el equilibrio del sistema inmune. Es por ello por lo que la inmunología experimental contempla investigaciones dirigidas a conseguir y evaluar nuevas sustancias con actividad inmunomoduladora y mayor fuerza para inmunopotenciador, o sea, para estimular la respuesta inmune (Madigan, et al., 2016)

Los inmunomoduladores actúan a diferentes niveles del sistema inmune, por la necesidad de desarrollar agentes que puedan inhibir o intensificar, selectivamente poblaciones o subpoblaciones de células para la respuesta inmune, tales como: linfocitos, macrófagos, neutrófilos, citotóxicas, producir mediadores solubles como las citoquinas. En sus mecanismos de acción, los inmunomoduladores pueden actuar específica o inespecíficamente, como se explica a continuación.

Moduladores inmunitarios.	
Productos	Función
a- Interferón	Agente antivírico y antitumoral Tratamiento de esclerosis múltiple
b- Interferón	
Factor estimulante de la colonia	Tratamiento de infecciones y cáncer
Lisozima	Antiinflamatorio.
Factor necrosis tumoral	Agente antitumoral.

Tabla 5. Algunos productos de las proteínas recombinantes. Recuperada de Microbiología de Brock

Vacunas Recombinantes.

En este avance utilizan microorganismos no patógenos (virus o bacterias) a los cuales se les incorporaron, mediante ingeniería genética, genes de agentes patógenos que codifican para los antígenos que desencadenan la respuesta inmune. (Madigan, et al., 2016) Las nuevas vacunas son producidas por ingeniería genética, basadas en la molécula de ADN y en las secuencias de aminoácidos que contienen la información genética con la cual el organismo patógeno produce la enfermedad, y su primer exponente fue la vacuna contra la hepatitis B como se muestra en la tabla 6. Las investigaciones se centran en mejorar las vacunas ya existentes para lograr respuestas inmunitarias más eficaces, nuevas vías de administración, y en la aplicación de vacunas combinadas (varias vacunas en una sola dosis) para reducir el número de inyecciones. (ArgenBio, 2014)

Un ejemplo es *Paramyxovirus* es una familia de virus que incluye agentes de enfermedad comunes como sarampión, paperas y parainfluenza. La estructura genómica de estos virus es tal que se le podrían insertar genes adicionales (coloreado en rojo en la figura) que codifica una amplia variedad de proteínas de fuentes diferentes. Así el virus del sarampión ofrece varias ventajas como portador de genes que provocan respuesta inmune contra otras enfermedades al mismo tiempo. Con tecnologías recombinantes se hace posible extender el rango de enfermedades contra las que una sola cepa atenuada del virus puede conferir inmunidad. (ArgenBio, 2014)

Vacunas Recombinantes.	
Productos	Función
Hepatitis B. Gardasil	Prevención de la hepatitis sérica Vacuna que previene el Virus del Papiloma Humano (VPH)
Enfermedad de Lyme.	Prevención de la infección.
Sarampión.	Prevención del sarampión.
Rabia.	Prevención de la rabia

Tabla 6. Algunos productos de las proteínas recombinantes. Recuperada de Microbiología de Brock

Enzimas Recombinantes Para la Biología Molecular.

Normalmente las bacterias producen estas proteínas pero con la tecnología de DNA Recombinante se pueden producir de manera masiva en *E. coli* obteniendo una mayor producción que son indispensables en la industria y en la investigación, ejemplo ellas

- Endonucleasas de restricción: Las enzimas bacterianas reconocen secuencias específicas de DNA y cortan cada vez que esta secuencia aparece. Existen diversos tipos de endonucleasas de restricción, siendo las de tipo II las más utilizadas para la fragmentación específica del DNA. De esta manera en la biotecnología moderna las enzimas de restricción somos capaces de diagnosticar ciertas enfermedades genéticas, bien sean debidas a una variación en el material genético (duplicación, deleción, etc.) o bien sean debidas a una mutación en una base puntual. Además que son indispensables en las técnicas de biología molecular. (ArgenBio, 2014)
- DNA ligasas: Es capaz de unir segmentos de ADN. (ArgenBio, 2014)
- La producción de la Taq polimerasa (PCR): La enzima Taq Polimerasa es muy importante ya que se utiliza en la PCR (Reacción de la cadena Polimerasa), tecnica que permite amplificar un segmento de ADN muchas veces. La enzima se produce en *E. coli* en un caldo suplementado con ampicilina, e inducido con IPTG. la expresión del gen (Pérez, 2008)

Industria alimentaria y detergentes:

La producción industrial de enzimas es un negocio que a comienzos del siglo XXI mueve en torno a 1.600 millones de dólares al año, de los cuales el 70% se debe generalmente a productos del género *Bacillus*. El listado de microorganismos que pueden ser utilizados para consumo humano se encuentran en la lista "GRAS" (generally acknowledged as secure), debido a su larga historia de seguridad. Existen unos 50 microorganismos GRAS aprobados para la industria alimentaria, de los cuales citamos los siguientes:

- *Bacillus*, como p. ej. *B. subtilis* y *B. licheniformis*. para la producción de

enzimas de uso industrial.

- *Aspergillus niger* . que se utiliza para producir por ejemplo ATB (Antibióticos) o cerveza.

La industria alimentaria:

- Quimosina recombinante (rennina) para la elaboración de quesos, muy empleada en EE.UU y Gran Bretaña (90% de los quesos duros), sustituyendo a la escasa quimosina de terneros y a la biotecnológica tradicional obtenida de hongos (*Rhizomucor*, *Endothia parasitica*). La quimosina recombinante se obtiene en *Kluyveromyces lactis* y *Aspergillus niger* manipulados.
- Somatotropina bovina recombinante para estimular la producción de leche de vacas en los EE. UU. (aprobada por la FDA en 1994 para Monsanto, con el nombre comercial de Prosilac, pero no en la UE)

En la industria de detergentes:

- La Lipolasa de Novo-Nordisk (ahora Novozymes) es la primera enzima recombinante aprobada para detergentes. El gen de esta lipasa, aislado de hongo filamentoso *Humicola* se transfirió a *Aspergillus oryzae*.
- Entre las proteasas, hay que destacar la subtilisina de *Bacillus licheniformis* y *B. amyloquefaciens*, que ayuda a eliminar manchas de sangre, comida, etc. Por ingeniería de proteínas ha sido posible mejorar las ya de por sí buenas cualidades de la subtilisina, creando variantes resistentes a la oxidación por peróxido de hidrógeno derivado de los perboratos, resistentes a pH alcalinos y termorresistentes.

Biorremediación:

Actualmente las nuevas tecnologías han avanzado en la búsqueda para resolver problemáticas ambientales como la contaminación de sustancias tóxicas que se drenan en los ecosistemas. De esta manera la ingeniería genética ha fomentado la modificación de microorganismos que mejoren los procesos de degradación de estos compuestos y recuperación de algunos materiales como:

- Producción de plásticos biodegradables. Desde hace tiempo se sabe que ciertas

bacterias (como *Ralstonia eutropha*) producen unos gránulos de reserva a base de poli-hidroxialcanoatos, sustancias que muestran notables propiedades termoplásticas y elásticas. Se han modificado cepas de bacterias con los genes de biosíntesis de estas sustancias, y ya hay empresas que fabrican estos plásticos biodegradables por ejemplo el Biopol de Monsanto. Es posible que en un futuro los precios sean competitivos y que se puedan ir sustituyendo los plásticos sintéticos, contaminantes y gastadores de combustibles fósiles, por los bioplásticos, biodegradables y dependientes de biomasa y recursos naturales renovables.(Pareja, 2017)

- La bacteria *Xanthomonas campestris* produce el xantán, un exopolisacárido con múltiples aplicaciones industriales como agente emulsificante y espesante. Para hacer más rentable el proceso de producción industrial, se están diseñando cepas manipuladas de esta bacteria para que pueda usar como fuente de carbono desechos de industrias, como el lactosuero procedente de las queserías.(Pareja, 2017)
- Las melaninas, usadas para bronceadores, protectores solares de plásticos, etc., se suelen obtener de modo químico o por procedimientos ineficientes de extracción de organismos. Se han localizado y aislado los genes de síntesis de melanina en la bacteria del suelo *Streptomyces antibioticus*, y se han transferido a otras bacterias más fáciles de manejar, lográndose en ellas su expresión. (Pareja,2017)

6.7 TRANSFORMACIÓN DE HONGOS Y BACTERIAS EN LABORATORIO.

La transformación es una alteración genética mediante la introducción de un DNA foráneo (ADN recombinante) a un organismo.

La **transformación genética en los hongos** implica permeabilizar la membrana celular para insertar ADN. El material genético no sólo debe entrar a la célula, sino también a su núcleo e integrarse al genoma. Para esto pueden utilizar dos procesos la **electroporación** o le **aplican ondas de choque** principalmente. La primera consiste en provocar un aumento significativo de la conductividad eléctrica y la permeabilidad de la membrana plasmática celular mediante un campo eléctrico aplicado externamente. Cuando el voltaje

que atraviesa una membrana plasmática excede su rigidez dieléctrica se forman poros. Si la fuerza del campo eléctrico aplicado o la duración de la exposición al mismo se eligen apropiadamente, los poros formados por el pulso eléctrico se sellan tras un corto período, durante el cual los compuestos extracelulares tienen la oportunidad de entrar a la célula (Yang, 2007) y para la segunda se aplican ondas de choque que son pulsos de presión sumamente cortos a pequeños viales que contienen los hongos y el ADN en suspensión, es un método que ha demostrado ser muy eficaz y es el que se utiliza con más frecuencia en la actualidad. Romero (2016)

Para este se crean ondas mecánicas a escala pequeña y “Esencialmente consisten en: un aumento súbito de la presión, incrementando su valor hasta mil 500 veces la presión atmosférica, y una caída, en un tiempo de millonésimas de segundo” Global UNAM (2016). lo que produce la permeabilidad de la membrana no son las ondas de choque en sí, sino un efecto secundario. Romero (2016)

Las células son muy resistentes a los cambios de presión, pero con el paso de esas ondas se da un efecto llamado cavitación acústica, caracterizado por la expansión súbita y el colapso violento de microburbujas que se encuentran en la suspensión de esporas de hongos y ADN. Al colapsar emiten microjets del propio líquido a altas velocidades, que perforan las membranas de las células. Este fenómeno se produce al azar; cientos de microburbujas y, por lo tanto, de microjets en la suspensión que contiene el ADN, inciden sobre algunas de los millones de células; así se depositan las moléculas en el interior celular de los hongos.

Para la transformación de hongos por electroporación (Imagen 10) primero se realiza la competencia de células donde las células se vuelven competentes utilizando cloruro de calcio (CaCl_2) frío, ya que esta solución se disocia en iones permitiendo que el catión Ca^{+2} de la solución neutralice las cargas negativas de la cadena ADN dadas por los grupos fosfatos y los fosfolípidos de la membrana celular para permitir que el ADN entre en las células y luego la transformación (Karp, 2006). Pero cuando se transforma a través de ondas de choque sólo se necesita resuspender en un sellador comercial bolsitas de propileno de 1 cm por 1.5 cm con la solución micelial y el ADN plasmídico que contiene el gen de interés, para luego aplicar ondas de choque (entre 100 a 250 según el tipo de hongo) y un voltaje escogido con frecuencia determinada de generación de ondas de

choque Margaña (2010)

Este proceso se aplica en hongos como *Aspergillus niger*, principal productor de ácido cítrico en el mundo; y *Phanerochaete chrysosporium*, capaz de degradar lignina, un polímero derivado de la madera. (Valderrama, 2005) De igual manera, con *Fusarium oxysporum*, transformador de biomasa en combustible, y *Mycosphaerella fijiensis*, causante de plagas en plántulos de plátano; en este último caso la meta es inactivarlo para que no provoque daños. Además de incrementar significativamente la eficiencia, un logro importante fue haber transformado algunas especies que nunca se habían podido modificar genéticamente con otros métodos.

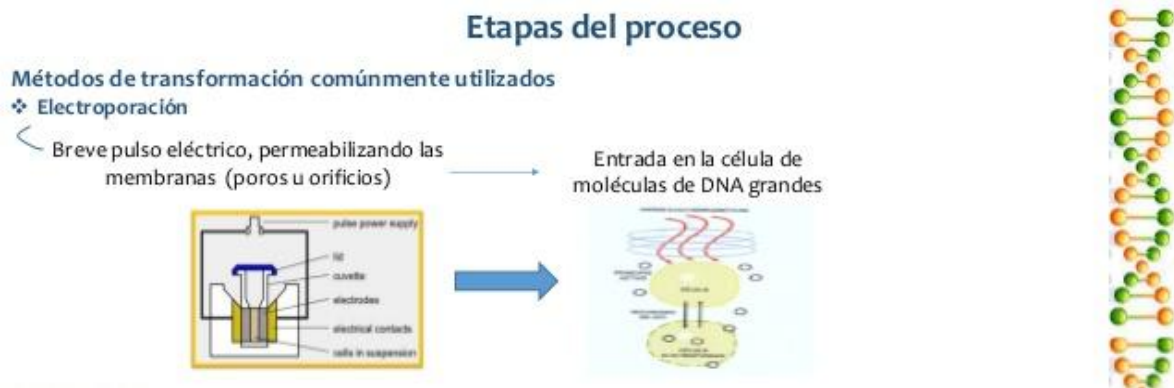


Imagen 10. Técnica de electroporación. recuperada de

<https://es.slideshare.net/ednamaritz/tecnicas-moleculares-brasil>

Por otro lado para la **transformación genética en bacterias** existen varios métodos para la transformación artificial bacteriana como la conjugación, que requiere de contacto físico entre el receptor y el donante que contiene el plásmido conjugativo, la electroporación (explicada anteriormente) y las microondas de choque O Shock Térmico . (Gómez, 2018)

En el **Shock Térmico** se realiza en dos pasos: 1. competencia bacteriana donde las células se vuelven competentes utilizando cloruro de calcio (CaCl_2) frío, ya que esta solución se disocia en iones permitiendo que el catión Ca^{+2} de la solución neutralice las cargas negativas de la cadena ADN dadas por los grupos fosfatos y los fosfolípidos de la membrana celular para permitir que el ADN entre en las células. 2 transformación Por shock térmico donde las microondas de choque se realizan en acompañamiento de los tratamientos a base de CaCl_2 . El tratamiento con CaCl_2 seguido de choque térmico es el método más común para la transformación artificial. Primero *Escherichia coli* se suspende

se un tratamiento con CaCl_2 . Algunas de estas células se mantienen a -80 C mientras que las otras se mantienen a $4\text{ grados centígrados}$. Posteriormente, las células susceptibles se transformaron utilizando protocolo estándar o de laboratorio. El choque de calor a las bacterias lo que provoca que algunas recolectan el plásmido. De esta manera el choque de calor hace que la membrana de la bacteria sea más permeable a las moléculas de ADN, como los plásmidos. Al parecer, el choque térmico provoca la incorporación de las moléculas de ADN (Alton, 2008)

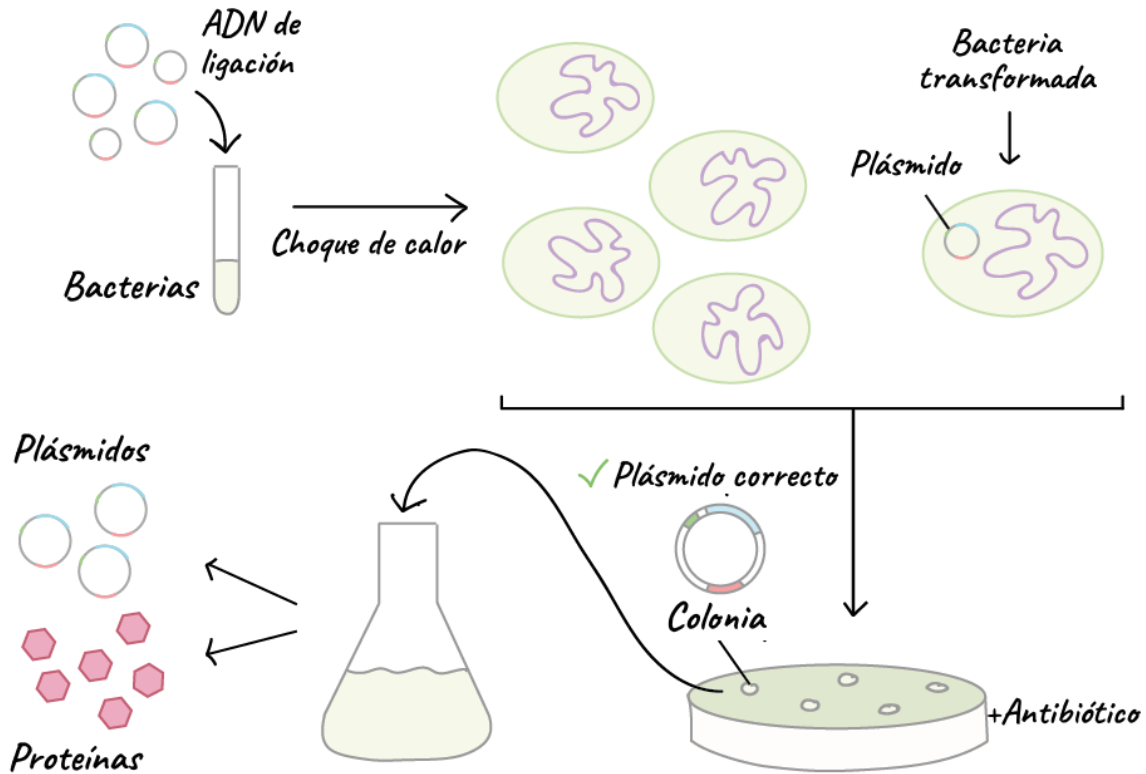


Imagen 11: Transformación bacteriana por choque térmico. Recuperada de <https://es.khanacademy.org/science/biology/biotech-dna-technology/dna-cloning-tutorial/a/bacterial-transformation-selection>

6.8 MITOS Y REALIDADES DE LOS TRANSGÉNICOS

Teniendo en cuenta la disposición de los transgénicos en la producción de alimentos, hormonas, proteínas, vacunas recombinantes entre otras, es en la actualidad un hecho tan evidente e importante en el mundo y en Colombia, que amerita un análisis en los argumentos que han dado los diferentes actores desde los diferentes enfoques:

Alimentos Transgénicos y Salud Humana

En este campo se encontraron que la mayoría de las investigaciones biotecnológicas argumentan que los productos alimenticios genéticamente modificados tienen un mejor contenido nutricional y mayor calidad debido a la disminución del costo al consumidor y al aumento de prevención de enfermedades ocasionadas por la falta de proteínas y vitaminas. De esta manera los cultivos y alimentos ayudaría a superar algunas de las problemáticas en la crisis alimentaria porque los productos serían más asequibles, aumento de la oferta por el aumento de la productividad por hectárea al tiempo se reducen los costos de producción debido a la menor necesidad de insumos y aplicación de pesticidas. (Cuellar, 2009)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que con la adopción de directrices de los alimentos no produce riesgos ambientales y en la salud mediante la evaluación de los riesgos que presentan los alimentos derivados de la biotecnología. Estos alimentos son sometidos a evaluaciones minuciosas por lo general siguen siendo los mismos principios básicas, incluyendo las diferentes variables que pueden ser riesgosas para la sociedad y el ambiente; por lo tanto los resultados no deben indicar ningún riesgo. (Cuellar, 2009) donde se tiene en cuenta una seguridad en:

- Mapa detallado del constructo.
- Identidad de los componentes del constructo.
- Tamaño de la secuencia insertada.
- La función del componente genético en la planta.
- La fuente del componente genético.
- Herencia y estabilidad de la característica.

Las evaluaciones tempranas de las células transformadas se llevan a cabo en un laboratorio mientras las células del hospedero crecen en placas de Petri. Múltiples exámenes son llevados a cabo para asegurar que las células han adquirido el nuevo segmento de ADN transferido, y aquellas células que verdaderamente lo han hecho (evento de transformación) son crecidas hasta desarrollar la planta completa, la cual producirá semillas tal y como las plantas convencionales de la misma especie lo hacen.

Estas semillas y su progenie son evaluadas de muchas maneras; algunas de las cuales incluyen: inocuidad alimentaria y seguridad ambiental así como la evaluación del nuevo atributo como tal. Además de asegurarse que el nuevo segmento de ADN está integrado por completo al genoma de la planta, también se realizan evaluaciones para corroborar que el gen está activo y está siendo “leído” y “expresado” además de estar sintetizando la proteína adecuada del gen insertado. En términos prácticos, cuando un gen es insertado con éxito, entonces produce la proteína de manera correcta, y si no es insertado de la manera correcta simplemente no produce nada útil.

Las pruebas de la progenie de las semillas continúan hacia confinamiento en espacios cerrados, y de salir con resultados positivos, se llevan a invernaderos. En cada generación las pruebas se vuelven más complicadas. Cada evento (el término regulatorio que se le da a una célula que ha sido transformada y que después se convierte en una planta así como a toda la progenie que deriva de la célula inicial) es evaluado y de fallar cualquier prueba toda la línea de eventos (todas las plantas que derivan de la célula transformada inicialmente) es descartada.

De esta manera enfoque es uno de los más importantes ya que con los OGM se ha logrado tener grandes avances en la producción de vacunas, proteínas, hormonas, vitaminas etc.... que son indispensables para el ser humano en la prevención de enfermedades y para mantener el organismo en las mejores condiciones de calidad, higiene y seguridad (Cuellar, 2009). Como se demuestra anteriormente los alimentos genéticamente modificados no tienen ningún riesgo en la salud ya que solo se le cambia una característica no toda la información genética por lo tanto no produce cáncer ni ninguna otra enfermedad (Organización mundial de la salud, 2017). Según los científicos los alimentos transgénicos no causan más alergias que las que puede producir la planta original de la que procede. Antes se considera que las plantas genéticamente modificadas tienen menos tendencia de producir alergias.

Por otro lado las principales precauciones y objeciones relacionadas con los alimentos transgénicos y la salud humana se pueden resumir en la alergenicidad, transferencia horizontal de genes y resistencia a los antibióticos. Uno de los posibles riesgos es la

alergenicidad a las proteínas introducidas en la planta que ha sido modificada genéticamente como afirma Acosta (2003). En forma general, la reacción alérgica no es causada por el alimento en su conjunto, sino por alguna o algunas proteínas presentes en él, o aún por fragmentos de estas proteínas, llamadas epitopes alérgicos. Esta postura argumenta que la introducción de un nuevo gen en una planta, o un cambio en la expresión de un gen existente, podría ocasionar que el alimento obtenido de una planta llegue a ser alérgico. Esto quiere decir que puede llegar a desencadenar una reacción alérgica en individuos que de antemano son hipersensibles a la proteína en consideración.

Existen algunas concepciones que señalan que algunos organismos transgénicos podrían representar un riesgo para la salud de los consumidores desde la posible resistencia a los antibióticos que se puede generar al consumirlos. En la producción de algunas plantas transgénicas se han utilizado genes que confieren resistencia a antibióticos –como la kanamicina– para seleccionar las células vegetales y las plantas que han incorporado el transgén. El posible uso de estas plantas resistentes a antibióticos en la alimentación ha planteado dudas sobre si el gen de resistencia puede ser transferido a las poblaciones de bacterias que conviven con los seres humanos en el sistema digestivo (AgroBio,2014) . No obstante, la probabilidad de que esto ocurra es infinitamente pequeña debido a que es necesario que tengan lugar en el estómago e intestino, una serie de sucesos altamente improbables, como por ejemplo, que el gen de resistencia no se degrade junto con el resto de la comida consumida y para que se incorpore en una bacteria que lo pueda expresar correctamente. Por otro lado Los alimentos transgénicos no deben causar más alergia que la que puede producir la planta original de la que procede. La introducción de un nuevo gen o genes en una planta, mediante hibridación o mediante ingeniería genética, no supone necesariamente que la nueva planta tenga que producir alergia. Si el consumidor no es alérgico a los productos derivados de una planta no transgénica es altamente improbable que sea alérgico a los productos o derivados de la misma planta, pero que ha sido modificada genéticamente. Por otro lado, hay que insistir en que la modificación genética.

Agricultura.

En el campo agrónomo los transgénicos permite disminuir el uso de pesticidas en el manejo y control de plagas, malezas, y enfermedades que se tratan con químicos que pueden afectar gravemente el ambiente los cultivos y otro organismo. Además, con la adopción de la agrobiotecnología se genera la reducción de la huella ecológica de la agricultura, gracias a la conservación de las propiedades del suelo en las prácticas agrícolas. Por tal motivo se tiene el propósito de reducir el uso de fertilizantes, herbicidas, e insecticidas que puede afectar las condiciones de salinidad, pérdidas post cosecha, sino que aumente el contenido de nutrientes y producción. (Bonny,1999)

Sin embargo, se problematiza la concepción del riesgo que se produce en los cultivos cuando se vuelven resistentes herbicidas que promueven el uso de plaguicidas han engendrado una epidemia de malezas resistentes a herbicidas en Estados Unidos, Argentina y Brasil, alentando por lo tanto un uso aún mayor de agrotóxicos para controlarlas. Los plaguicidas tienen efectos adversos en la salud e impactos ambientales que la agricultura transgénica está exacerbando. No es casual que las empresas agroquímicas-biotecnológicas centren sus esfuerzos en el desarrollo de cultivos resistentes a herbicidas promotores de los plaguicidas: su objetivo es incrementar las ventas de los químicos que ellas mismas comercializan. (Cuellar, 2009)

Uno de los argumentos más utilizados por las empresas biotecnológicas se refiere a que el uso de semillas transgénicas reduce la necesidad del uso de agroquímicos; sin embargo, los estudio realizados por algunos entes plantean otra visión. Aparentemente el uso repetido de un solo herbicida puede provocar una evolución de la resistencia de las malezas al producto. (Lander,2003)

De esta forma, el uso de plantas transgénicas no supone, en sí mismo, ningún riesgo de generación de nuevos patógenos o plagas. El uso de plantas resistentes a patógenos o a plagas (sean transgénicas o no), así como el uso de cualquier producto fitosanitario (insecticidas químicos o productos naturales, antibióticos, y fungicidas, entre otros) puede favorecer la selección de variantes patogénicas o de plagas que sean capaces de superar la barrera de resistencia o el efecto del tratamiento. De este modo, la resistencia introducida en la planta puede volverse ineficaz al cabo del tiempo.

Enfoque Social y económico,

Con la agrobiotecnología ha generado grandes beneficios económicos según la ISAAA del 2008, un estudio reciente del impacto global de los cultivos biotecnológicos entre 1996 y 2007 cifra los beneficios económicos netos globales obtenidos por los agricultores biotecnológicos sólo en 2007 en 10.000 millones de dólares (6.000 millones en los países en desarrollo y 4.000 en los países industrializados). Los beneficios acumulados durante el período fueron de 44.000 millones de dólares, repartidos al 50% entre países en desarrollo y países industrializados. Otra es la contribución de los cultivos biotecnológicos a la lucha contra la pobreza y el hambre. Pues según la ISAAA actualmente, el algodón transgénico en la India, China y Sudáfrica, y el maíz transgénico en Filipinas y Sudáfrica representan una parte importante de la renta de más de 12 millones de agricultores pobres, que puede aumentar de forma significativa en los 7 años que restan del segundo decenio de comercialización. (Cuellar, 2009)

Sin embargo, no se puede descartar el daño específico en lo económico y social es el patentamiento de las semillas, lo que implica un control en el suministro de semillas por las grandes transnacionales que las producen, generando el efecto contrario a la reducción de costos y más bien el incremento de los precios. La disposición legal a favor de las patentes ha quebrantado la práctica milenaria de los agricultores de guardar semillas para proteger su variabilidad.

Este argumento que se reviste de gravedad es por los tratados de propiedad intelectual que fomentan el control en el monopolio de los cultivos con grandes repercusiones para la conservación de la diversidad biológica. Pues “establece la patentabilidad de microorganismos, así como los procedimientos biológicos para la producción de plantas y animales, con los previsibles impactos que generarán la liberación incontrolada de los OGM en laboratorio en los ecosistemas. (Cuellar, 2009)

Es necesario tener claro que los transgénicos no van a aliviar problemáticas como la pobreza y el hambre del mundo, pero representan una gran ayuda dado que son parte integral de una continua búsqueda de mejoras genéticas en los cultivos. Entre los beneficios que la biotecnología puede generar se encuentra la posibilidad de cultivar alimentos en ambientes extremos o en aquellos que no pueden sostener una mayor carga de producción porque con una población en crecimiento, una mayor demanda de

alimentos de calidad y con la necesidad de mejoras nutricionales se requerirá un aumento de 250 por ciento del actual suministro mundial de alimentos, (AgroBio, 2016) que podría perjudicar los ecosistemas protegidos que son utilizados para fines de agricultura cuando no son los más pertinentes para estos tipos de suelo.

Ambiente

Con el uso de los transgénicos disminuye la contaminación del suelo, aire y aguas debido a la disminución de la utilización de herbicidas, pesticidas, fertilizantes de origen químico lo que protege la presión sobre los ecosistemas, de tal manera incrementa la productividad, disminuye la deforestación y protege la biodiversidad de los refugios naturales.

Pero no se puede descartar el factor de perjuicio del uso de monocultivos transgénicos y sus efectos sobre el microbiota del suelo, contaminación de este, plagas y malezas que se transforman en “superplagas” y “supermalezas”, y los efectos sobre las relaciones presa-depredador, ponen en duda las promesas ofrecidas por los biotecnólogos. (Amigos de la tierra, 2001).

Una de las problemáticas es la resistencia de las malezas a los herbicidas. Esto conlleva un aumento en el uso de los herbicidas para los cultivos transgénicos y no necesariamente una disminución. Aproximadamente el 99% de los cultivos resistentes a herbicidas del mundo son variedades Roundup Ready de Monsanto tolerantes al herbicida glifosato (comercializado por Monsanto como Roundup). (Cuellar, 2009)

Un aspecto en contra de los cultivos transgénicos es la expansión mundial acelerada que se le imprime y esgrime. De un lado aparece la alta presión del mercado mundial sobre la tierra cultivable, lo que exige que los procesos “naturales” sean cada vez más acelerados, y por otro, la homogeneización de cultivos, con un alto riesgo de generar erosión, pérdida de biodiversidad y contaminación de diverso tipo (Cuellar, 2009).

6.9 UNIDAD DIDÁCTICA.

Existe una gran variedad de definiciones respecto a los significados del término Unidad Didáctica debido a la diversidad de orientaciones curriculares, que implican la toma de decisiones respecto a las intencionalidades que tiene los docentes en la organización y planificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido varios autores han construido diversas miradas del significado unidad didáctica según el contexto y la disciplina que está enseñando.

Desde este punto de vista, la elaboración de unidades didácticas cobra un significado diferente ya que ofrece respuestas a las problemáticas educativas adaptadas a las características y necesidades del contexto de los estudiantes. Por ello el diseño de una unidad didáctica implica construcción pedagógica donde se establece explícitamente las intenciones de enseñanza-aprendizaje que van a desarrollarse en el medio educativo, que involucra un ejercicio de planificación, realizado explícita o implícitamente, con el objeto de conocer el qué, quiénes, dónde, cómo y porqué del proceso educativo, dentro de una planificación estructurada del currículum (Corrales, 2009)

Esta planificación al organizar los conocimientos y experiencias del proceso de enseñanza y aprendizaje debe realizarse teniendo en cuenta la diversidad de elementos que contextualizan el proceso (nivel de desarrollo del estudiante, medio sociocultural y familiar, Proyecto Curricular, recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso (Escamilla, 1992).

Considerando la importancia que debe tener el docente al diseñar una unidad didáctica teniendo en cuenta las demandas del contexto educativo, según Ibáñez (1992) la unidad didáctica se puede definir como “la interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje con una coherencia interna metodológica y por un periodo de tiempo determinado”. Por tal razón una unidad didáctica da respuesta a todas las cuestiones curriculares al qué enseñar (objetivos y contenidos), cuándo enseñar (secuencia ordenada de actividades y contenidos), cómo enseñar (actividades, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos didácticos) y a la evaluación

(criterios e instrumentos para la evaluación), todo ello en un tiempo claramente delimitados. (Corrales, 2009)

Tras estas definiciones podemos decir que la unidad didáctica se puede definir como una práctica educativa donde se decide qué y cómo se va a enseñar, considerando las dinámicas sociales, económicas y culturales de una población determinada; lo que implica entender que el diseño de la unidad didáctica no excluye la utilidad de materiales didácticos y libros de texto ya diseñados, pero cualquier material deberá ser readaptado y completado para poder dar respuesta a las necesidades detectadas en cada aula. (Sanmartín, 1994)

Las unidades didácticas, cualquiera que sea la organización que adopten, siempre se configurarán unos elementos claves que las definen. Dichos elementos deberían tener en cuenta los siguientes aspectos: descripción, objetivos didácticos, contenidos, actividades, organización del espacio - tiempo, recursos materiales, y evaluación (Gutiérrez, 2009).

No hay pasos o una secuencia determinada que diga cómo debe que hacer una unidad didáctica, ya que de esto depende la autonomía que tiene el maestro para seleccionar la metodología adecuada para la enseñanza de los contenidos que considere apropiados, pero a pesar de ello todo enseñante tiene que conocer un modelo o parámetros básicos para diseñar una didáctica por eso se tomará en cuenta los criterios expuestos por Sanmartí, (1994) los cuales son los siguientes:

1. Criterios para la definición de finalidades/objetivos.
2. Criterios para la selección de contenidos.
3. Criterios para organizar y secuenciar los contenidos.
4. Criterios para la selección y secuenciación de actividades.
5. Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación.
6. Criterios para la organización y gestión del aula.

Criterios para la definición de objetivos.

No son generalmente los primeros aspectos que se concretan y se describen en una unidad didáctica. Pero no significa que no se tenga un boceto o percepción de los objetivos del proceso de enseñanza. Estas ideas o perspectivas deben considerar que es

importante enseñar en el aula, sobre cómo aprenden mejor los alumnos y sobre cómo es mejor enseñar. A partir de la configuración de estas ideas se pueden definir los objetivos generales o finalidades de un determinado proceso de enseñanza. Posteriormente a medida que se vayan tomando decisiones acerca de los contenidos que se van a enseñar y las actividades a realizar, se van precisando los objetivos específicos. Es importante que en este proceso se discutan estas ideas con otros enseñantes para que el proyecto curricular sea lo más válido posible en relación con las necesidades de los estudiantes. (Perales y León, 2000)

Los objetivos específicos se realizan a medida que se va diseñando la unidad didáctica, incluyendo las ideas previas, los valores e intereses, los niveles de desarrollo, hábitos y conocimientos previos. Teniendo en cuenta las concepciones de los estudiantes, cada vez se considera que los objetivos que orientan la unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias deberán basarse en concentrar cuales son las dificultades y obstáculos que se pretende ayudar a superar.

Por otra parte, los objetivos de la unidad didáctica deben ser pocos, básicos y estar en concordancia con el tiempo previsto de la clase. Además, se debe ser consciente que debe ser algo alcanzable en el tiempo que está estipulado por lo mismo no se puede poner metas muy grandes con un lapso muy corto. (Perales y León, 2000)

Criterios para la selección de contenidos.

La selección de contenidos no es fácil de realizar debido a que son muy pocos lo que se ha estudiado respecto a que es importante para tener en cuenta y cuáles son las características que debe tener. Por ello al decidir que se va a enseñar debe hacerse de forma que los contenidos sean muy significativos y posibilitan una comprensión de los fenómenos que se encuentran en la naturaleza, además de ser relevantes para el campo de la ciencia y en la sociedad.

La reflexión acerca de la selección de contenidos que propone el autor Sanmartí, (1994) determina los siguientes aspectos:

¿Qué tipo de contenidos?

Regularmente los contenidos curriculares se acostumbran a distinguir según se refieran a conceptos, a procedimientos o actitudes. Pero se debe tener en cuenta que los estudiantes al inicio del aprendizaje tienen unos propios modelos y dependerá del enseñante la mejora de estos a partir de nuevos conceptos, fenómenos, instrumentos para que el propio estudiante pueda evaluar y regular su forma de concebir el conocimiento. Por lo mismo existe una gran variedad de contenidos a introducir en el aula que difícilmente pueden ser clasificables.

Relaciones entre la ciencia de los científicos y la ciencia escolar.

Toda selección de contenidos implica un proceso de transposición didáctica. De hecho, se puede afirmar que la ciencia escolar utiliza modelos pedagógicos propios, que son transposiciones didácticas de los modelos de las distintas teorías.

Significatividad social de los contenidos a seleccionar.

Se debe seleccionar los contenidos en función de plantearse la enseñanza de los tópicos más relevantes para comprender fenómenos y problemas cotidianos y ser capaz de actuar coherentemente.

Criterios para organizar y secuenciar contenidos.

Para realizar el modelo de la unidad didáctica se debe por un lado seleccionar temáticas o ideas en función de las cuales organizar los contenidos y por el otro secuenciarse es decir distribuirlos en el tiempo. En la organización de una unidad didáctica puede ser útil el uso de mapas conceptuales, tramas de contenidos o, simplemente esquemas.

Estos esquemas y mapas permiten visualizar los principales contenidos interrelacionados alrededor de un problema, idea o concepto, pero no dice nada sobre los criterios de secuenciación. Sin embargo, las ideas previas deberán introducirse de forma más o menos ordenada, aunque se debe tener en cuenta que el modelo de enseñanza se debe analizar de forma holística, es decir profundizando de forma interrelacionada en las distintas variables.

Criterios para la selección y secuenciación de actividades.

Las actividades son una de las etapas más importantes de la unidad didáctica ya que son las que posibilitan que el estudiante acceda a conocimiento que por sí mismo no podría haber llegado a representarse. Además, son las que permiten diseñar el material educativo apropiado para que se logre atraer la atención del estudiante. Por ello la actividad no tiene la función de promover un determinado conocimiento, como si este se pudiera transmitir en porciones, si no se debe plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen y sus ideas evolucionen en función de su situación personal. (Perales y León, 2000)

De tal manera la secuencia de actividades no debe ser la mera suma de actividades más o menos relacionadas con los aprendizajes abordados en la unidad. Por otra parte, es importante tener presente la importancia de considerar la diversidad presente en el aula y ajustar las actividades a las diferentes necesidades educativas de los alumnos en el aula. (Corrales, 2009)

Aunque exista una diversidad de maneras de organizar y seleccionar las actividades éste trabajo tendrá en cuenta las presentadas por Sanmartí, (1994):

Actividades de iniciación, exploración y de explicitación. Son actividades que tienen como objetivo facilitar tanto que los estudiantes definan el problema a estudiar, como que expliciten sus representaciones. Han de ser actividades motivadoras, que promuevan el planteamiento de preguntas o problemas de investigación significativos y la comunicación de los distintos puntos de vista o hipótesis. Asimismo, se caracterizan por promover el análisis de situaciones simples y concretas, cercanas a las vivencias e intereses del alumnado.

Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar. Las actividades de este tipo estarán orientadas a favorecer que el estudiante pueda identificar nuevos puntos de vista en relación con los temas objeto de estudio, formas de resolver los problemas o tareas planteadas, atributos que le permitan definir los conceptos, relaciones entre conocimientos anteriores y los nuevos, etc....

Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento. En estas actividades cada estudiante debe encontrar su propia forma de expresar sus conocimientos por lo que no sirve dar síntesis, esquemas o definiciones ya elaboradas. Sin embargo, estas síntesis sí que pueden ser mejoradas por contrastación con las de otros, sean las de los compañeros, la del profesor o las de libros de texto

Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización
Este tipo de actividades están orientadas a transferir las nuevas formas de ver y explicar a nuevas situaciones, más complejas que las iniciales. Se considera que, para conseguir que el aprendizaje sea significativo, se deben ofrecer oportunidades a los estudiantes de manera que apliquen sus concepciones revisadas a situaciones o contextos nuevos y diferentes

Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación. La evaluación tiene la función de determinar la evolución o cambio de las representaciones iniciales. Por ello el diseño de una unidad didáctica es fundamental en la toma de decisiones acerca de qué actividades de evaluación se van a introducir, en qué momento y qué aspectos son importantes de evaluar.

Criterios para la organización y gestión en el aula. El diseño de la unidad didáctica debe tener presente una organización orientada a crear espacios de aprendizaje que fomenten un ambiente favorable y unos valores a la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo, que promuevan el intercambio de puntos de vista respecto a toso ellos. Para tender a la diversidad del alumnado se recomienda los siguientes puntos teniendo en cuenta la secuencia didáctica que establece Sanmartí, (1994):

- La organización del grupo-clase sobre la base de grupos de trabajo heterogéneos y cooperativos (de entre 3 y 5 alumnos), en los que se distribuyen distintas funciones y se pacten normas de actuación.
- La realización de actividades básicamente en grupos heterogéneos, en las que se promueva la ayuda mutua entre sus miembros, especialmente en los momentos en los que se explora o se construyen nuevas ideas y procedimientos.

- La realización de algunas actividades diferenciadas, especialmente las de aplicación, posibilitando que algunos estudiantes realicen ejercicios más complejos que otros.

6.10 EDUCAR SEGÚN CON EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD Y AMBIENTE.

En los últimos años los docentes se han preguntado por qué era importante enseñar ciencias en la escuela la respuesta en los años anteriores. La respuesta en esos años era que la enseñanza de la escuela debe de orientarse a la selección de conceptos que sirven de base para los estudios superiores sigue arraiga en los sistemas educativos. Pero a medida que iba avanzando el tiempo en los docentes aumentaba la preocupación porque la mayoría de las jóvenes no quiere estudiar ciencias cuando van a la universidad por lo que parece poco adecuado basar el currículo de ciencias casi exclusivamente en las necesidades de una minoría tan pequeña.

De esta manera hay que pensarse una educación científica para todos los ciudadanos (alfabetización científica) que no se contraponga en la preparación de futuros científicos, sino por el contrario que genere mayor acercamiento de los niños y jóvenes a la ciencia (Barato, 2007). Este planteamiento tiene como fin construir un alumnado que sepa tomar decisiones y la preparación para enfrentarse a cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología, y la toma de decisiones sobre ellas.

La importancia de una educación científica se caracteriza por:

- Enseñar cómo hacer agradable la vida, satisfacer curiosidades personales o brindar el placer de saber.
- La vida cotidiana: Se enfatiza en contenidos de carácter aplicable, como la educación ambiental, para la salud, para el consumidor, seguridad vial o del trabajo.
- Conocimientos que se enseñan en las escuelas puedan ser aplicados por los estudiantes a cuestiones cotidianas.
- Cuestiones del conocimiento científico a los cuales nos enfrentamos todos los días así y donde el conocimiento científico personal tiene algo para decirnos y ayudar, así, a mejorar nuestra calidad de vida y el ambiente en general.

- Satisfacer las necesidades curiosidades personales: Temas que les presten atención los estudiantes.

Por tal manera la educación científica y tecnológica cobra la dimensión de aprobación del conocimiento con el fin de promover el uso de la ciencia en diferentes ámbitos, y de lograr el análisis crítico de los modelos sociales y las relaciones de estos con las formas de intervención sobre el mundo (Macedo y cols, 2006)

Una persona alfabetizada científicamente es quien conoce los principales conceptos, hipótesis, teorías de la ciencia y es capaz de usarlos en la resolución de problemas, la comprensión del mundo y la toma decisiones. Según Acevedo (2016) se dividen en unos tipos de alfabetización científica:

Personal: Cuando se integra la dimensión conceptual y razonamiento en la escala individual. El estudiante emplea un extenso vocabulario científico en la vida cotidiana y en la cultura propia.

Práctica: El individuo integra los rasgos de la dimensión procedimental y relación con el fenómeno natural estudiado. Además el estudiante comprende la divulgación de la información de los medios de comunicación y entender la relación entre la ciencia y la sociedad.

Formal: Cuando se incluye los rasgos de las dimensiones mencionadas anteriormente para tener una amplia comprensión de los principios científicos y saber relacionar la naturaleza con la ciencia y sociedad. Además de abordar la participación en la sociedad civil y tomar decisiones sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología.

De esta manera el enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente fomenta participación democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre los asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología. Concientizar a los estudiantes de los problemas sociales basados en la ciencia. La alfabetización científica trata de ayudar a la gran mayoría de la población a tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad, para permitirle participar en la toma de decisiones, y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo.

6.11 HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN CIENCIAS

Teniendo en cuenta la importancia de alfabetizar científicamente y educar ciudadanos autónomos, conscientes, críticos y capaces de resolver problemas donde se necesita que los estudiantes a lo largo de la vida escolar que desarrollen habilidades básicas, habilidades de procedimiento y habilidades investigativas propias del dominio afectivo, como la capacidad de emitir juicios de valor, el respeto por la forma de pensar de los demás, la capacidad del trabajo en grupo, la tolerancia y la convivencia social (Cárdenas, 1998). De esta manera se tomará la propuesta de Sarmiento (2000) donde establece tres niveles para poder desarrollar la habilidad de argumentación;

1. Reconocimiento: Comprende los procesos y significados que se encuentra asociado a la organización y potencialización de abstracción, conceptualización, y simbolización que realizan los seres humanos.
2. Interpretación y uso comprensivo: Se relaciona con la relación de los conceptos que ya son comprendidos por el estudiante y el uso correcto de la mediación y el razonamiento lógico, lo cual permite la apropiación de un cuerpo de conocimientos básicos acerca de los temas estudiados.
3. Argumentación y síntesis: Al lograr los objetivos el estudiante tiene la capacidad y crear y construir un discurso propio poniendo a prueba todos los conceptos y la intuición de lo que él reconoce lo correcto y lo incorrecto sabiendo defender el porqué de su postura. Además, el estudiante avanza más allá del conocimiento aprendido intuyendo e imaginando otras posibilidades de realización o explicación.

Para lograr que el estudiante llegue al nivel final es indispensable el desarrollo reflexivo y crítico donde el sujeto tiene la capacidad de desarrollar procesos cognitivos que van más allá de la selección y procesamiento de la información, permitiéndole integrar creativa y propositivamente los saberes frente a nuevas situaciones, resolviendo problemas desde una postura crítica, ética y de construcción de significados contextualizados. Con respecto a los procesos cognitivos (Cárdenas, 1998). La postura crítica implica que, además de comprender los fenómenos, se construya una mirada particular en torno a la ciencia misma y sus implicaciones en la sociedad, reconociéndose como un sujeto dentro del

mundo natural y social. La construcción de significados está ligada al reconocimiento, contrastación e interpretación que hace el sujeto de diversas fuentes de información, elaborando su propio universo de comprensión sobre los eventos y fenómenos naturales (Chona et al., 2006) .Con la necesidad de evaluar el nivel en que se encuentra el estudiante para lograr desarrollar la habilidad de la argumentación se tendrá en cuenta los criterios presentados en la siguiente tabla que se divide en los 3 niveles anteriormente expuestos:

Niveles	Criterios por evaluar.
Inicial. Reconocimiento	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad para observar y describir objetos, eventos o fenómenos. ● Capacidad para comunicar ideas de manera oral y escrita. ● Habilidad para recolectar datos. ● Reconocer y emplear un lenguaje científico en la explicación de procesos biológicos. ● Formular preguntas sobre los hechos y fenómenos. ● Resolver problemas sencillos. ● Proponer o establecer los procedimientos para abordar la problemática. ● Documentar y buscar información pertinente sobre la problemática. ● Selección y clasificación de esta información. ● Razonamiento lógico.
Intermedio Interpretación y uso comprensivo	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad para relacionar conceptos a partir de las observaciones y descripción de las características de los fenómenos. ● Recolectar información y organizarla mediante tablas o gráficos. ● Capacidad de combinar ideas en la construcción de textos. ● Analizar esquemas ilustrativos. ● Interpretar y construir esquemas, gráficas, o textos. ● Formular y contrastar hipótesis. ● Establecer relaciones entre variables. ● Formular una posible explicación a los fenómenos a partir de las preguntas que se obtengan de las observaciones.

<p>Avanzado. Argumentación y síntesis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar pensamiento creativo y crítico en la resolución de problemas. ● Resolver problemas disciplinarios y cotidianos desde el principio de la ciencia. ● Asume el sentido ético, crítico y disciplinar en el trabajo científico. ● Plantear problemas de tipo contextual y disciplinar. ● Explicaciones en sus propias palabras y respaldar los argumentos a partir de sus experiencias o autores. ● Presentar la información desde modelos explicativos.
--	---

6.11. HABILIDAD ARGUMENTATIVA.

Los niños se ven enfrentados con frecuencia a situaciones de argumentación que deben ser superadas de acuerdo con los conocimientos y la preparación que tengan. Por ello, no basta conocer las características de un tipo de texto para hacer uno igual, a los estudiantes no les es suficiente con saber la estructura de un texto o discurso argumentativo, pues lo que necesitan es explorar esas capacidades del lenguaje que aparecen diariamente en la comunicación oral y adaptarlas a situaciones específicas de argumentación. Por eso, la tesis de una argumentación resulta más interesante a medida que otras se le oponen de manera razonable; Díaz (2002) deja claro que esta actividad se mueve dentro del campo de la discusión, de la duda, de lo verosímil, y esto escapa al cálculo y a la rigidez de la comprobación. Antes se hablaba de la capacidad de negociar y ahora se puede afirmar que esto sólo es posible si se deja al interlocutor un espacio de discusión, un espacio de diálogo no bloqueado, con el objetivo de llegar a una conclusión satisfactoria.

Es necesario tener claro que la argumentación es una característica propia del discurso humano que se manifiesta a partir de un lenguaje claro y concreto por lo cual es imposible hablar sin argumentar (Amaya, 2007). En la argumentación se pueden distinguir cuatro elementos claves que son: el propósito, con el que se busca lograr la adhesión de un receptor o público a un punto de vista, criterio o juicio emitido; el tema, que debe ser

polémico para que genere discusión, y debe estar representado de manera que enunciándolo en forma de pregunta, tenga múltiples respuestas a parte de una afirmación o una negación; los medios, a través de los cuales se sustentan los argumentos y, por último, los participantes.

Enseñar y aprender en ciencias es una relación indispensable que se establece entre el docente y el estudiante ya que se crea un proceso dialógico en donde se hace indispensable construir el concepto o significado de las realidades de los contextos. Este proceso se realiza a través del desarrollo de la argumentación donde se reconoce las experiencias, saberes, conocimientos y lenguajes que surgen de la construcción de un sistema de relaciones entre las nuevas generaciones y las pasadas; se pone a prueba las preguntas e hipótesis que los estudiantes pueden tener de sus experiencias o el de la de otros. De esta manera Mockus (2002) afirma que se puede lograr promoviendo debates y discusiones entre grupos diversos donde se aprende de los discursos contruidos por las comunidades retomando las comprensiones colectivas y más significativas.

Teniendo en cuenta la importancia y las características de la argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es necesario tener en cuenta que no es el mero proceso de una postura, sino que hace parte de las siguientes relaciones que establece Driver (2006):

- En relación con el aspecto epistemológico, hay que considerar que la argumentación es una de las competencias a desarrollar en el aula de ciencias, exige, entre otras cosas, situarse en una perspectiva epistemológica que dé valor a la crítica y a la argumentación, como acciones indispensables para la construcción tanto del conocimiento científico como de la ciencia escolar. De igual manera, la argumentación es una acción que facilita la explicitación de las representaciones internas que tienen los estudiantes sobre los fenómenos estudiados, el aprendizaje de los principios científicos y, a su vez, potencia la comprensión de la actividad cognitiva en sí misma del sujeto al construir la ciencia.
- En relación con lo conceptual, podemos decir que desarrollar procesos argumentativos en el aula requiere entre otras cosas aceptar la argumentación como: a) proceso dialógico, donde toma relevancia el debate, la crítica, la toma de

decisiones, la escucha y el respeto por el saber; b) proceso que promueve en los estudiantes la capacidad para justificar, de manera comprensible, la relación entre datos y afirmaciones y, c) proceso que promueve la capacidad para proponer criterios que ayuden a evaluar las explicaciones y puntos de vista de los sujetos implicados en los debates. Es esta conceptualización la que invita a que en el aula se trabajen, desde la conformación de grupos de discusión, contenidos que sirvan de pretexto para exteriorizar el razonamiento argumentativo de los estudiantes y, con ello, mostrar que la ciencia, en el aula, es factible de ser co-construida (Lewis, 2006).

- Por último, en cuanto al aspecto didáctico, se debe reconocer que la construcción de la ciencia escolar, demanda hablar sobre ella, y aquí, el lenguaje es el vehículo que permite intercambiar significados, consensuar, explicar o aclarar inquietudes. Por ello, dar relevancia al lenguaje como mecanismo para co-construir conocimiento, exige poner énfasis en los procesos de interacción dialógica donde la argumentación ocupa un lugar relevante. Son procesos dialógicos que transforman la acción monológica y autoritaria del docente en una acción mediadora y promotora de espacios adecuados para la indagación y para las discusiones grupales. En ellos, se permite exponer puntos de vista, criticarlos y, posiblemente, lograr consensos en favor de la construcción de conclusiones más significativas y más comprensibles sobre los fenómenos o temas estudiados.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presentan los resultados y el análisis de la unidad didáctica” La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas en estudiantes de grado noveno del Colegio Nicolás Buenaventura”.

I. Fase de Contextualización.

Esta fase se desarrolló en dos momentos: en el primero, se realizó la consulta de distintas fuentes bibliográficas de libros, artículos, trabajos de grado y páginas web sobre los fundamentos científicos que se necesitan para la enseñanza de conceptos alrededor de la genética y la biología molecular. Además documentación sobre el desarrollo de habilidades argumentativas, la elaboración de unidades didácticas, los lineamientos curriculares en ciencias naturales del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el programa de biología del colegio Nicolás Buenaventura. Y en el segundo momento se buscó identificar las ideas previas sobre la temática en los estudiantes del grado Noveno del Colegio a través de un cuestionario y mapas mentales.

Para el primer momento se realizó la revisión documental produciéndose 20 fichas bibliográficas de los trabajos que hacen referencia a los temas relacionados con esta investigación como son: los transgénicos, la enseñanza de la biotecnología, la biología molecular y los avances en la enseñanza del enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad. En estas fichas se encuentran cuatro páginas web (AgroBio, ArgenBio, Agrosavia, y el Cuadernillo de la enseñanza de la biotecnología) en el que trabajan la alfabetización científica de los avances biotecnológicos; diez propuestas didácticas que se enfatizan en la construcción de conceptos abstractos como el gen, cromosoma, DNA, herencia biológica, célula, manipulación genética entre otros; tres unidades didácticas con temas del dogma de la Biología molecular y dos documentos de las competencias de ciencias naturales y educación ambiental donde se enfatizan en la enseñanza de los conceptos biológicos desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Con respecto a las propuestas didácticas encontradas fueron diseñadas desde objetos virtuales de aprendizaje o prácticas de laboratorio donde se busca fortalecer la relación ciencia y tecnología a partir de la progresión de habilidades científico- críticas para enfrentarse a los avances tecnológicos y científicos en diferentes entornos; mostrando la importancia de las TICs (Tecnologías de la información y Comunicación) en el aprendizaje.

No se encontró unidades didácticas elaboradas para la enseñanza de transgénicos que es un tema actual y relevante por su impacto en la sociedad; tanto es así que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales propone abordar este tema en grado noveno en el entorno de ciencia, tecnología y sociedad mencionando “argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética” (p.21)

Se encontró que la enseñanza de la manipulación genética se realiza desde prácticas de bioinformática y laboratorios con el fin de reforzar la relación del estudiante con la ciencia; sin embargo, esto no podría conseguir que los sujetos se preparen para asumir los cambios que ha producido la manipulación genética en la sociedad. Lo cual es indispensable para que los estudiantes participen en la solución y discusión de muchas problemáticas sociales y ambientales, donde se involucran los transgénicos. Es decir, se

enfatan en enseñar conceptos abstractos de la ingeniería genética pero no los relacionan con los diversos contextos. Además los contenidos se enseñan de manera fragmentada sin abordarla de manera multidisciplinar, lo que puede generar errores conceptuales (González, 2018). . Por lo anterior se requiere que el conocimiento científico se fomente desde la escuela para que estudiantes logren construir una postura con argumentos coherentes.

Todos los antecedentes que han trabajado con la enseñanza de los avances de la biotecnología se desarrollan desde el enfoque pedagógico del constructivismo donde se tiene en cuenta el entorno social y las ideas previas de los estudiantes. No obstante, aunque los trabajos apuntan a que el maestro reconozca la importancia de los saberes previos de los estudiantes para que puedan lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje, no se problematiza cómo los errores conceptuales pueden generar dificultad en el aprendizaje y además pocas veces se realiza una adecuada transposición didáctica que permita la construcción de un nuevo conocimiento escolar. (Marquez, 2014)

Para el análisis de la relación entre las temáticas del programa de Biología grado noveno del Colegio Nicolás Buenaventura y esta unidad didáctica se elaboró el siguiente cuadro comparativo:

Cuadro 1: Relación entre las temáticas del programa de Biología grado noveno del Colegio Nicolas Buenaventura y esta unidad didáctica

Temáticas incluidas en el programa de Biología	Temática incluidas en la Unidad Didáctica.
Temática 1: Conozco sobre la Tecnología de DNA Recombinante	Temática 1: Comprender como se realiza un Organismo modificado genéticamente en el laboratorio
Temática 2: Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.	Temática 2: Discutir los diferentes significados que tienen los Organismos Modificados genéticamente a partir de su elaboración, tipos y aplicación.
Temática 3: Indago sobre las aplicaciones de la manipulación genética en la industria.	Temática 3. Reconocer la importancia de las aplicaciones de los transgénicos.
Temática 5: Conozco las aplicaciones de la Biología Molecular	Temática 5: Argumentar las implicaciones de los transgénicos teniendo los riesgos y beneficios para la sociedad y el ambiente.
Temática 6: Identifico productos en el mercado que se obtengan por Cultivos transgénicos	Temática 6: Analizar los posibles riesgos y beneficios de las plantas transgénicas para la salud, ciencia, sociedad y ambiente
Temática 7: Indago sobre los avances biotecnológicos y explico sus implicaciones para la sociedad	Temática 7: Debatir sobre los mitos y realidades de los transgénicos teniendo en cuenta sus aplicaciones.

Como se evidencia en el cuadro la presente Unidad Didáctica responde a varios estándares del programa de Biología de la Institución con la diferencia que en el colegio quieren alcanzar el reconocimiento y contextualización de las problemáticas sin que los estudiantes desarrollen una postura crítica y reflexiva frente a los transgénicos.

Los resultados del segundo momento que hacen referencia a las ideas previas de 41 estudiantes de grado Noveno del Colegio Nicolás Buenaventura se evidencian en los gráficos del 1 al 6 y anexo 5

Gráfico 1

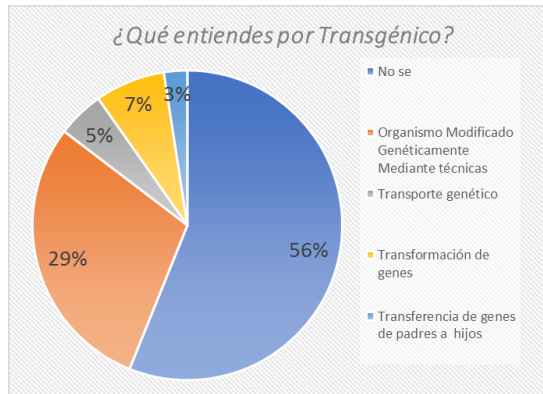


Gráfico 2

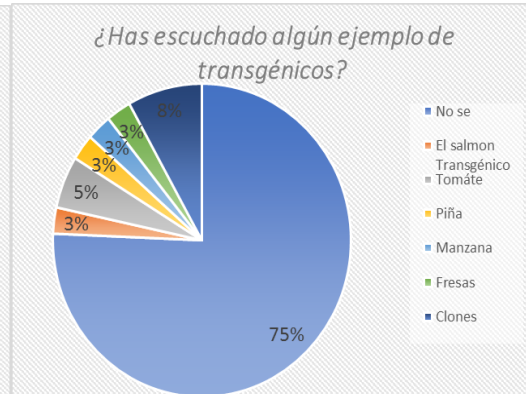


Gráfico 3

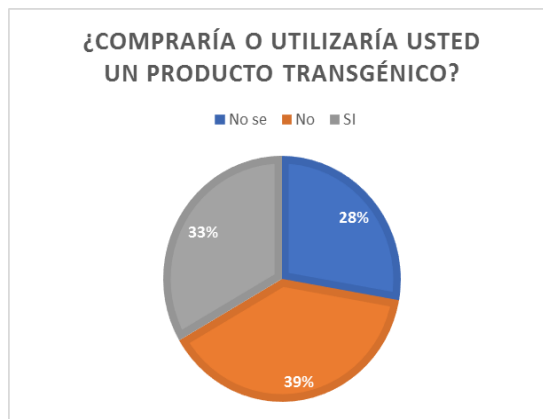


Gráfico 4

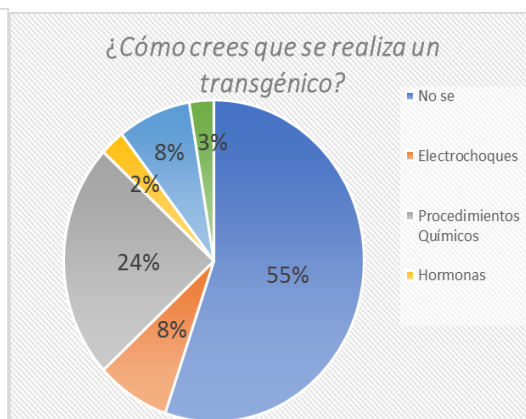
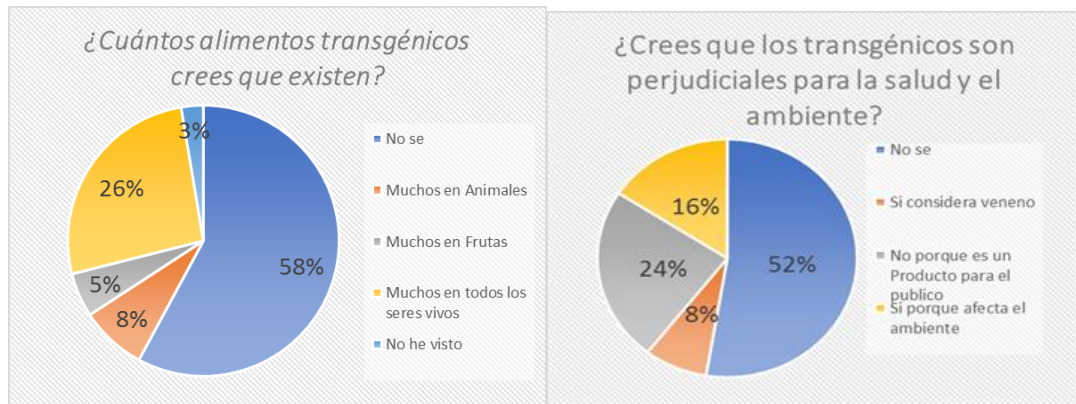


Gráfico 5

Gráfico 6.



Para la pregunta N.º 1 *¿Qué entiendes por transgénico?* se puede observar que en total el 56% de los estudiantes no reconocen el tema, probablemente es porque durante su vida académica no se trató. El 5% de estudiantes asocian el tema con “transporte genético” y el 3% con “transferencia de genes de padres a hijos” evidenciándose que tienen conceptos erróneos de lo que es un transgénico, pues lo relacionan con un proceso de desarrollo natural donde se transportan genes entre los individuos. Esto probablemente puede ser porque en diversos medios de comunicación hay información diversa sobre el tema y los estudiantes no resuelven dudas, sino que se ven confundidos por la cantidad de información que reciben sin ningún fundamento teórico. Por otro lado, solo el 29% de los estudiantes tienen un concepto más definido de transgénico donde lo consideran como un proceso que pueden sufrir los seres vivos y lo relacionan con la manipulación genética probablemente porque su experiencia académica y de vida les ha permitido construir algo sobre el tema. De esta manera como afirma Fossati (2017) cada niño es un mundo diferente, donde el proceso de aprendizaje cambia a partir de las experiencias o vivencias que desarrollan más ciertas capacidades en el procesamiento de información, una organización diferente de los conocimientos de base, motivación e interés en las dinámicas de su entorno.

En la pregunta N 2. *¿Has escuchado algún ejemplo de transgénicos? De ser afirmativa la respuesta menciónalos.* Un 75% de los estudiantes no han escuchado el término “transgénico” por lo mismo no pueden dar ejemplos; lo cual permite inferir que el concepto transgénico no se encuentra en el lenguaje cotidiano; sin embargo los términos mutación, manipulación genética y alimentos modificados genéticamente si le son familiares. .

Debido al carácter multidisciplinar del concepto transgénico según Serrano, (2014) a los estudiantes se les dificulta elaborar una definición exacta, y cuando se habla del tema lo enfocan a una serie de técnicas que utilizan microorganismos como herramienta. Sin embargo el 17% de los estudiantes reconoce que si han escuchado a los alimentos transgénicos (plantas o animales) siendo los más comunes el tomate, las fresas y la piña; estos alimentos no están aprobados para consumir en Colombia, pero son los más conocidos mundialmente (Lisboa, 2000); además han escuchado el salmón modificado genéticamente el cual fue noticia por la época donde se implementó la encuesta. Por último, se evidencia que los estudiantes relacionan los transgénicos con técnicas de clonación debido a que las imágenes que se ven de los transgénicos siempre se relacionan con animales anormales o seres mutados.

La pregunta N 3 *¿Compraría o utilizaría usted un producto transgénico?*, la cual se realizó con la intención de problematizar si los estudiantes tienen conocimientos útiles sobre ciertos productos de consumo diario y los procesos involucrados en su fabricación, mostró que el 39% de los estudiantes NO los consumiría porque están a favor de los productos 100% naturales por lo que los medios de comunicación han impartido esta misma información “En donde todo lo que no es natural no es sano” lo que ocasiona que cualquier cambio lo vean como peligro y puede ser malo para la salud (ArgenBio, 2014). El otro 33% está a favor del consumo de transgénicos debido a que manifiestan que si no fueran seguros lo sacarían del mercado; de esta manera se problematiza que los estudiantes creen que para que un producto salga debe tener las suficientes pruebas para eliminar los riesgos, lo que se pone en cuestión esta afirmación lo cual llama la atención de los docentes para que se dé una enseñanza donde los alumnos tengan una cultura científica básica que le permita entender el mundo actual y tener opinión crítica sobre la información que recibe en las redes sociales, saberes familiares, la escuela entre otros entes (Acevedo, 2001). Por otro lado, el 28 % de los estudiantes es imparcial a la hora de tomar una decisión debido a falta de información lo cual ocasiona inseguridad.

Al analizar la pregunta N 4. *¿Cómo crees que se realiza un transgénico?* se puede observar que el 55% de estudiantes creen que los transgénicos se realizan “transmitiendo genes entre seres vivos”, aunque no es el concepto correcto se evidencia que tienen bases conceptuales de que es un proceso artificial donde el ser humano modifica la genética de los organismos, Asimismo el otro 3 % de los estudiantes tienen índices de

que se realiza este proceso desde la ingeniería genética pero no saben explicar el proceso. Por otro lado, el 8 % dicen que es por “electrochoques” y el 24% por “Procesos químicos” y se realizan en “un laboratorio por cambios físico- químicos” , lo cual permite inferir que la genética del organismo se puede modificar alterando las condiciones para generar una mutación. En contraposición el 2% de los estudiantes dicen que “ es un proceso hormonal (Natural)” el cual se encarga de realizarlos por mecanismos biológicos propios de los seres vivos.

Respecto a la pregunta N 5. *¿Cuántos alimentos transgénicos crees que existen? Da ejemplos de algunos.* Se puede evidenciar que el 56% de estudiantes no tiene conocimiento sobre cuántos transgénicos lo cual ocasiona que no mencionen ejemplos. Sin embargo, el 26% afirman que existen diversos seres vivos que pueden ser transgénicos, lo cual posibilita inferir que los estudiantes son conscientes de que estas técnicas de manipulación genética pueden aplicarse a cualquier organismo con el propósito de mejorar algún producto. Igualmente, el 8% lo relacionan con un proceso que solo se aplica en animales, el otro 15 % lo relacionan con un proceso que se realiza en plantas esto permite comprender que los estudiantes solo relacionan estos 2 reinos a los avances biotecnológicos, pero no menciona ningún grupo específicamente a los microorganismos.

La pregunta N°6. *¿Crees que los transgénicos son perjudiciales para la salud y el ambiente?* Se observa que los estudiantes tienen poco conocimiento sobre las implicaciones ambientales y en la salud de los transgénicos; el 52% de los estudiantes contestan que no saben. Por otro lado, el 24% de los estudiantes cree que no produce ningún daño porque se comercializa y para esto se necesita unas normas de seguridad mientras el 16% y el 8% consideran que es un veneno para la salud y el ambiente debido a que es una alteración al ciclo natural de los seres vivos.

Las respuestas a las preguntas por parte de los estudiantes permite inferir que el manejo conceptual y la forma en que expresan sus conocimientos dependen del contexto en que se encuentra el individuo y por ende sus procesos de aprendizaje son diferentes aunque estén en la misma institución lo cual se evidencia en las diferencias en los niveles de comprensión; coincidiendo con Arango (2011). Por tal motivo cada concepto se puede

desarrollar sobre las concepciones que tienen los estudiantes con el propósito de construir por medio de nuevas experiencias en donde el estudiante le dé sentido a lo que aprende y logre encontrar conexiones de lo nuevo con lo ya conocido, con el fin de implementarlo en su vida cotidiana. (Rodríguez, 2006),

Estas respuestas dadas por los estudiantes permiten justificar el diseño de una unidad didáctica que contenga actividades prácticas, analíticas y reflexivas que integren problemáticas actuales y fomenten a participar democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre los asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología.

Para poder tener mayor entendimiento sobre los conceptos previos y cómo se relacionan se les pidió a los estudiantes que realizaran un mapa mental con respecto a la temática. Posteriormente se seleccionó aleatoriamente 6 mapas mentales (anexo 5) para poder analizarlos y categorizar los enfoques de interés que describen; en la tabla 07 se presentan los resultados.

Tabla 7. Categorización de los mapas mentales de 6 estudiantes de Noveno del Colegio Nicolás Buenaventura.

<i>Concepto estructurante</i>	<i>Respuestas de los estudiantes</i>
<i>Aplicaciones</i>	<i>E1: Medicina, Agricultura, Industrial</i>
	<i>E2: Medicina, Agricultura, Industrial</i>
	<i>E3: Ambiente, Agricultura, medicina, Industrial, Social y Cultural</i>
	<i>E4: Ambiente, Agricultura, Medicina, e Industrial</i>
	<i>E5: Ambiente, Agricultura, medicina, e Industrial</i>
	<i>E6: Ambiente, Agricultura, medicina, e Industrial</i>
<i>Tipos de transgénicos y ejemplos</i>	<i>E1: Introducción de genes</i>
	<i>E3: Introducción, Sobreexpresión e Inhibición. Ejemplos: Girasol, Flores e insulina</i>
	<i>E4: Introducción, Sobreexpresión e Inhibición Ejemplos: Manifiestan en Animales y plantas</i>
	<i>E5: Introducción, Sobreexpresión e Inhibición</i>

	<i>E6: Introducción, Sobreexpresión e Inhibición</i>
Definición, Creación y Origen del transgénico	<i>E2: Son Organismos Modificados Genéticamente</i>
	<i>E3: Alteración genética a cualquier SER VIVO</i>
	<i>E4: Es DNA Recombinante</i>
	<i>E5: Intercambio de genes</i>
	<i>E6: DNA Recombinante</i>
Ventajas y Desventajas	<i>E2: Ventajas Económicas debido a que hay mayor producción. Desventajas: Tumores de cancer y mutaciones.</i>
	<i>E3: Ventajas: Mayor calidad en los productos. Desventajas: Mutaciones y creación de enfermedades</i>
	<i>E5: Ventajas: Nuevas variedades de Alimentos. Desventajas: Perdida de Especies y diversidad</i>

A partir de los datos obtenidos en el cuadro anterior se identificó las siguientes categorías de generalidades de los transgénicos :

Aplicaciones de los Transgénicos

Todos los mapas analizados identifican la importancia de las aplicaciones de los transgénicos en la actualidad; esto permite inferir que los estudiantes reconocen que los transgénicos están en diferentes sectores de la sociedad y cumplen una función al dar ejemplos específicos en el campo médico, agrícola e industrial. Se puede concluir que los estudiantes contestaron diferentes aplicaciones posiblemente porque en el contenido programático del área de Ciencias Naturales de la institución de noveno grado se estudia el ADN, la síntesis de proteínas y la biotecnología lo cual tienen algunas bases teóricas. Aunque como manifiesta Márquez (2014) la mayoría de las estudiantes responden a las preguntas teniendo en cuenta lo aprendido durante de su vida académica y de otros espacios no escolares que son suficientemente atractivos para ellos permitiéndoles entender lo que está pasando en su contexto. Es importante recalcar que 2 estudiantes identificaron todos los campos donde se involucran los transgénicos.

Por lo cual, aunque todos respondieron a esta categoría lo hicieron de manera diferente debido a que las personas difieren unas de otras en sus construcciones, es decir, el sistema de construcción de una persona es único (Moreira, 2000) donde se puede

analizar que cada uno tiene un conocimiento tan propio que difiere de los demás, reconstruyéndose a medida que las nuevas experiencias alteran lo que ya se conoce.

Tipos de transgénicos y ejemplos

Al presentar los ejemplos la mayoría de los estudiantes con excepción a una muestra pudieron reconocer los tres tipos de transgénicos; pero solo dos grupos pudieron relacionarlos; lo cual nos da un índice que no todos los estudiantes entendieron los conceptos abordados por el docente en meses anteriores cuando trato el tema de alteración genética. De esta manera se puede inferir que los estudiantes no comprenden muchos términos de la Biología Molecular al momento de describir los procesos por ser temas abstractos. Según Rotbain *et al.* (2006) los conceptos abstractos de la biología molecular necesitan ser ilustrados para mejorar el aprendizaje de los estudiantes ya que pueden hacer seguimiento de los cambios y los pasos. Sin embargo, es indispensable que para lograr este proceso el docente debe realizar una buena transposición del conocimiento.

Definición, Creación y Origen del transgénico

Solo 4 estudiantes lograron construir una explicación de cómo se realizaba un transgénico a partir de la técnica de DNA Recombinante aunque tienen errores conceptuales al creer que la técnica se hace al realizar la combinación de varios genes dentro de una bacteria, ya que el proceso es más complejo. Un estudiante no explicó esta categoría y otro si explica el proceso de la producción de una proteína recombinante en un transgénico. Lo que permite inferir que cada estudiante llega a una relación diferente dependiendo del desarrollo de inteligencias múltiples que tenga cada uno, ya que cada esquema de conocimiento depende de la organización de los contenidos que el individuo logra establecer con el ambiente. Por tal motivo, como afirma Paul (2002) al interpretar los mapas mentales se puede detectar la rapidez, la cantidad y calidad de información que posee un estudiante, debido a que plasma con claridad el número de conceptos que domina, los errores o aciertos de los significados que otorga y la forma en que los ha estructurado.

Ventajas y Desventajas

De los mapas analizados la mitad de los estudiantes relacionaron estos conceptos con las implicaciones sociales y ambientales que pueden traer las aplicaciones de los transgénicos a nuestros ecosistemas. Las ventajas que reconocieron los estudiantes fueron: “mayor producción de alimentos, calidad alimentaria y nutritiva y Nuevas Variedades de alimentos”; y se enfocaron en el campo de la agricultura uno de los más divulgados por los medios de comunicación. Y las desventajas que manifestaron fueron: “Pérdida de la diversidad de Especies, Mutaciones y Creación de nuevas enfermedades, Cáncer y problemas alimenticios” sin dar explicación de cómo sucedería estas consecuencias. Estos resultados muestran una de las problemáticas más grandes al enseñar ciencias donde solo se imparte los conceptos pero no se analizan las ventajas o desventajas en contexto según el organismo (caso por caso y paso por paso); de allí la importancia de que el currículum no fragmente el conocimiento. Como menciona Paul (2002) es importante que para lograr un análisis crítico de los transgénicos, se diseñen actividades que involucren beneficios o principios de transformación de los transgénicos, efectos de ellos para la salud y las consecuencias del uso de transgénicos, para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes.

Teniendo en cuenta los anteriores resultados se puede evidenciar la importancia de fomentar espacios que faciliten el entendimiento de temáticas relacionadas a los transgénicos en la sociedad y el mejoramiento de la formación de los docentes. Como afirma Paul (2002) se debe contextualizar al estudiante desde los avances científicos y tecnológicos en la realidad y dejar de verlos como experimentos de ciencia ficción que son difíciles de entender y no son necesarios que los estudiantes lo sepan; sino al contrario motivar y fomentar al estudiante al satisfacer las curiosidades personales o brindar el placer de saber más.

Finalmente podemos evidenciar que la mayoría de los estudiantes tenían un conocimiento memorístico y desarticulado de la parte humanística donde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad pasa a un segundo plano; donde según Acevedo (2006)

la educación científica y tecnológica cobra la dimensión de aprobación del conocimiento con el fin de promover el uso de la ciencia en diferentes ámbitos, y de lograr el análisis crítico de los modelos sociales y las relaciones de estos con las formas de intervención sobre el mundo.

II. Diseño de la Unidad didáctica.

El diseño de la Unidad didáctica fue para estudiantes de grado Noveno teniendo en cuenta los lineamientos del MEN y el programa de biología del colegio Nicolás Buenaventura; la cual su estructura y estética se realizó a partir de personajes de diversos videojuegos e imágenes que fueran claras, llamativas y actuales para que los estudiantes no tuvieran dificultad en relacionar las tablas y gráficas con el contenido de cada unidad temática.

El título que se le asignó fue *Unidad Didáctica: La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas* y consta de dos apartados: la unidad docente y la unidad del estudiante (anexo 7), ellas se realizaron con base a las características propuestas por Sanmartí, Neus (1994) y Cárdenas (1998)

La unidad didáctica aborda tres unidades temáticas: Generalidades de los transgénicos, Plantas transgénicas y Microorganismos transgénicos. Cada unidad temática contiene: pregunta orientadora, introducción, objetivos, datos curiosos, contenidos, ilustraciones, actividades que permiten el desarrollo de habilidades argumentativas para que se fomente el desarrollo reflexivo y crítico donde el estudiante tenga la capacidad de desarrollar procesos cognitivos que van más allá de la selección y procesamiento de la información. Un factor esencial son las actividades de cada módulo las cuales se dividieron en 3 fases: 1 Reconocimiento. 2. Interpretación y uso comprensivo. 3. Argumentación y síntesis. Por lo cual cada unidad cuenta con una actividad para cada fase. En el siguiente esquema se presenta la temática principal y las unidades que la componen.

La unidad didáctica se realizó con diversos fines, pero principalmente fue problematizar los siguientes puntos:

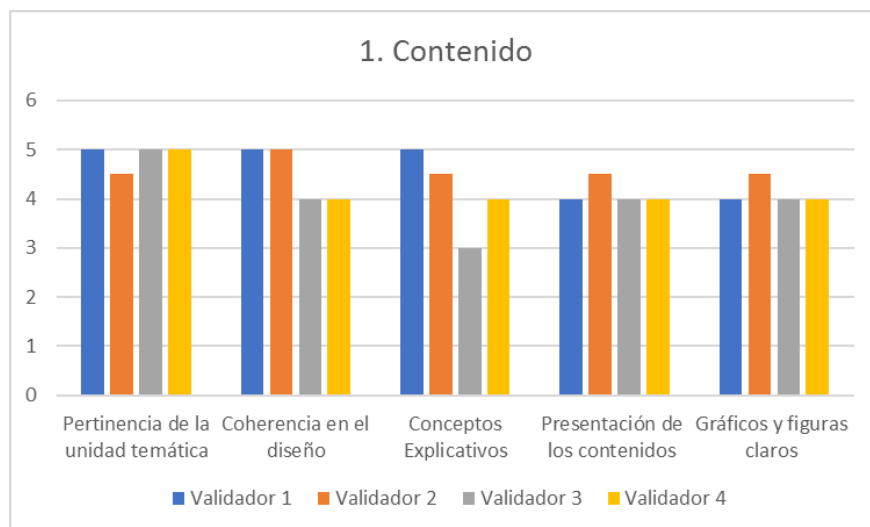
- El estudiante aprenda a crear, solucionar y problematizar su entorno. Para ello se escogió la habilidad de la argumentación con el fin de desarrollar procesos cognitivos que van más allá de la selección y procesamiento de la información, permitiéndole integrar creativamente y propositivamente los saberes frente a las nuevas situaciones, resolviendo problemas desde una postura crítica, ética y de construcción de significados contextualizados.
- Para problematizar la importancia de que los estudiantes comprendan que la manipulación genética no es tema de ciencia ficción sino una realidad en donde nuestro país Colombia ya está produciendo Cultivos transgénicos. Además de reconocer que los transgénicos no solo se presentan en plantas y animales sino también en microorganismos.
- Se realizó para tener una base teórica que respondiera a la mayoría de las preguntas que pueden presentar los estudiantes. También teniendo diversas fuentes de información que están a favor y en contra de los transgénicos para que cada estudiante construya su propia postura y sepa argumentar.
- Abordar los Organismos Genéticamente Modificados en laboratorio con múltiples enfoques aproximando a los estudiantes a un aprendizaje contextualizado y articulando varias ciencias y campos de saber donde no solo involucra lo científico sino lo ético y lo social para que el sujeto tenga en cuenta campos como el de la bioética al tomar alguna decisión sobre el consumo de los productos derivados de los transgénicos y las consecuencias ambientales y sociales que tienen para la sociedad y las futuras generaciones.
- En la elaboración de la Unidad Didáctica se tuvo en cuenta bases científicas, pero fue indispensable la transformación de contenidos a un lenguaje escolar que pudieran entender los estudiantes.
- Se tuvo en cuenta las 3 fases de la argumentación para lograr el desarrollo crítico y reflexivo, capacidades indispensables al comprender los fenómenos naturales y, se construya una mirada particular en torno a la ciencia misma y sus implicaciones en la sociedad, reconociéndose como un sujeto dentro del mundo natural y social.

III. Validación

La unidad didáctica “*La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas*” fue validada por cuatro especialistas del componente disciplinar, pedagógico y didáctico (Ver anexo 6) donde se evalúa los aspectos a nivel conceptual, funcionales, actividades, evaluativos y estéticos dichos resultados se analizan y se presentan en las gráficas de la 7 a la 11.

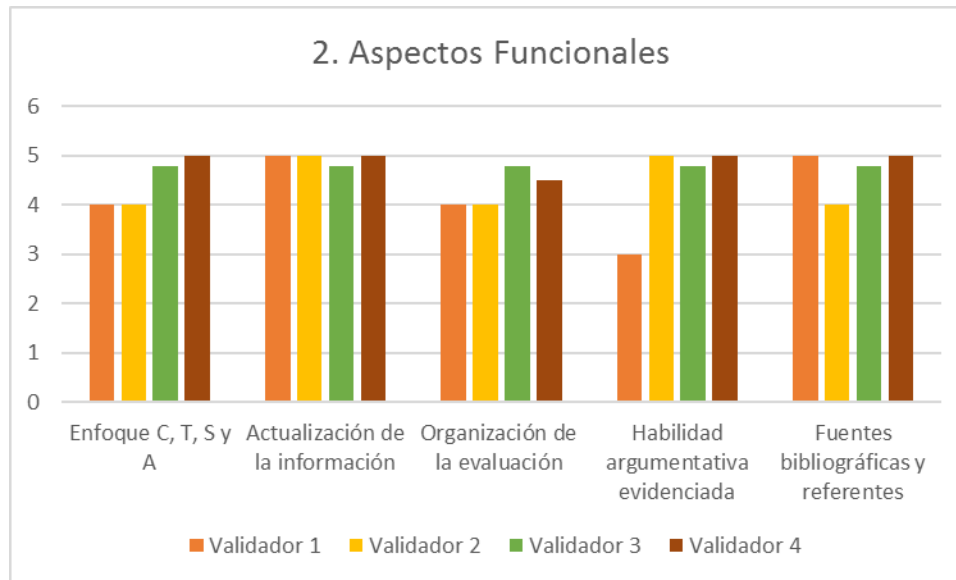
Los resultados de la validación de la unidad didáctica con respecto al contenido (gráfica 7) los especialistas dieron un valor entre 4 y 5 en relación con la pertinencia, coherencia de los contenidos, conceptos explicativos, presentación adecuada y gráficos y figuras. Sin embargo el especialista 3 en conceptos explicativos le da un valor de 3 porque manifiesta que los conceptos son muy extensos y se encuentran términos que son difíciles de asimilar para los estudiantes. Además dos especialistas sugieren mejorar la redacción para que fuera más fácil para los estudiantes. De manera general se puede inferir que la unidad didáctica propicia un acercamiento y comprensión de la temática; siendo un primer acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica, atendiendo a lo que propone Callejas *et al.* (2011) al afirmar que la coherencia del material educativo depende de la formulación de los contenidos temáticos y de las actividades orientadas a optimizar el aprendizaje en cada uno de los sujetos. □

Grafica N 7. Validación obtenida por los docentes, correspondiente al contenido de la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



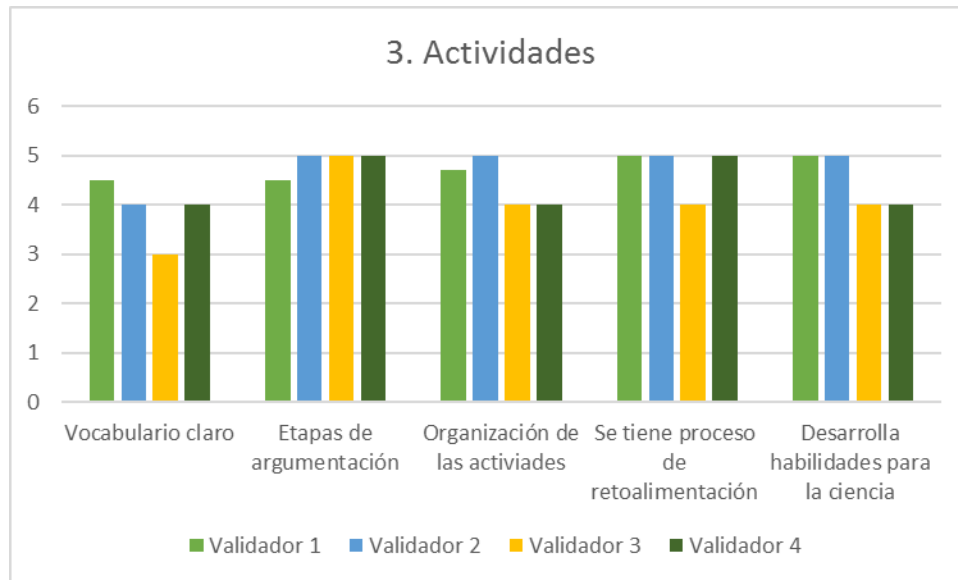
Por otro lado, los aspectos funcionales (gráfica 8) fueron evaluados con valores de 4 y 5 que corresponden a bueno y excelente en todos los aspectos que infieren a la relación del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, la información actualizada, organización, desarrollo de la habilidad argumentativa y fuentes bibliográficas. No obstante, un especialista comenta que se debe hacer evidente la habilidad argumentativa en la unidad del docente y mejorar el lenguaje a un conocimiento escolar que permita afianzar las relaciones entre la interacción, los significados y el conocimiento; estos ajustes se realizaron en la versión que se presenta.

Grafica N 8. Validación obtenida por los docentes, correspondiente a los aspectos funcionales de la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



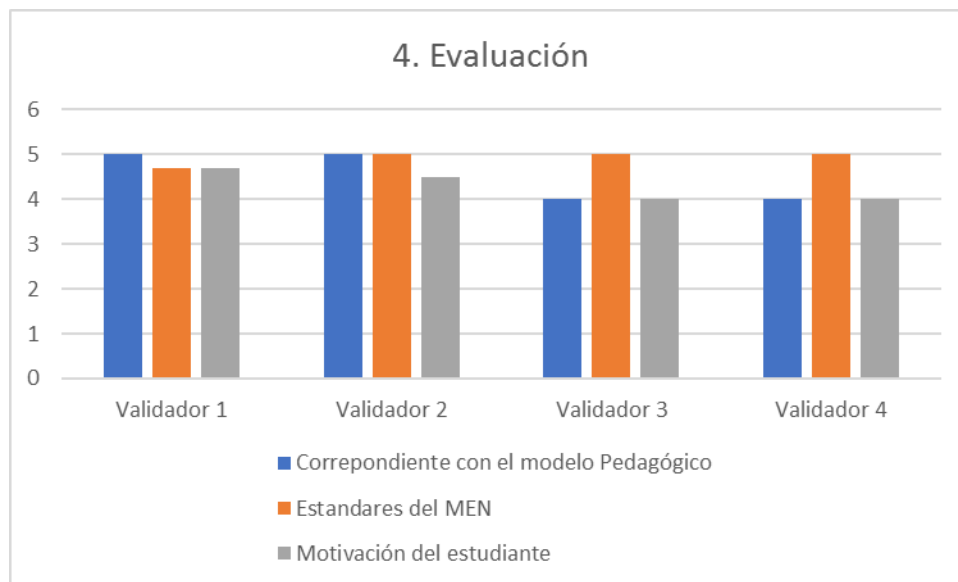
Para el criterio de las actividades de la unidad (gráfica 9) los evaluadores hacen una puntuación para todo entre 4 y 5 (bueno y excelente) a excepción del especialista 3 en la pregunta “vocabulario claro “ que le da un valor de 3 argumentando que se presenta varios conceptos científicos donde necesitan unas bases sólidas a nivel académico antes de abordar cada unidad. Además entre los comentarios otro evaluador solicita se haga explícito la parte actitudinal y experimental en las actividades. Todos los ajustes se realizaron. La calificación obtenida puede ser soportadas debido a que en la unidad didáctica se utilizan diversas actividades con diferentes tipos de indagación propuestas por Meinardi (2010) desarrollando la habiliada de la argumentación.

Grafica N 9. Validación obtenida por los docentes, correspondiente a las actividades de la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



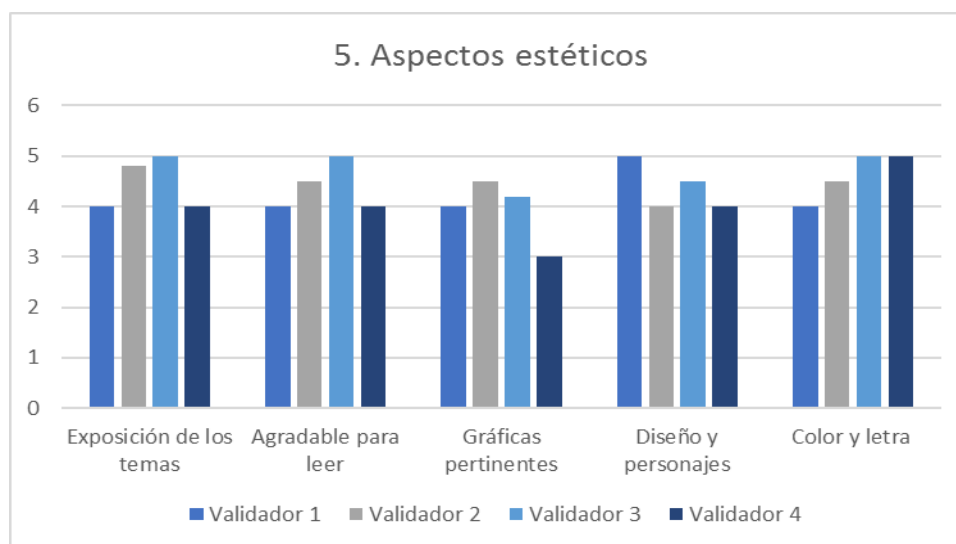
En el criterio de aspectos evaluativos (gráfica 10) los especialistas lo valoran entre bueno y excelente (4 y 5), y algunos comentarios coinciden con Cárdenas (1998) que plantea la importancia de realizar la evaluación al final de cada actividad para poder retroalimentar y problematizar el tema teniendo en cuenta el objetivo principal que se plantea en la Unidad que para éste caso es el desarrollo de la habilidad argumentativa.

Grafica N 10. Validación obtenida por los docentes, correspondiente a los aspectos evaluativos de la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



Con relacion a los aspectos estéticos (gráfica 11) los evalúan entre bueno y excelente (4 y 5) porque expresan que el diseño es apropiado para los estudiantes en cuanto al color, letra, exposicion de los temas, agradable para la lectura, graficas y diseño y personajes, Sin embargo el especialista 4 en “gráficas pertinentes” da un puntaje de 3 porque algunas se encontraban pixeleas o estaban en ingles. Otro comentario fue reducir la letra para lograr tener una agradable lectura y comprensión. Todas las sugerencias fueron realizadas.

Gráfica N 11. Validación obtenida por los docentes, correspondiente a los aspectos estéticos de la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



Es importante aclarar que se realizaron los ajustes sugeridos por los expertos a lo largo del diseño de la unidad didáctica. Adicionalmente se integraron diferentes elementos, como el tiempo de aplicación de cada unidad temática, mejores esquemas, definición de los conceptos y relación de estos con la argumentación.

8. CONCLUSIONES

- Se diseñó la unidad didáctica: *“La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas”* la cual podría orientar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en relación con los nuevos avances biotecnológicos como son los transgénicos; al trabajar en clase desde la controversia socio científica que no fragmenta los contenidos sino busca un aprendizaje interdisciplinar.
- Esta unidad didáctica (UD) puede posibilitar tanto el desarrollo de destrezas y habilidades como adquirir los conocimientos teóricos, para que puedan tener una postura con argumentos respecto al tema.
- La mayoría de los trabajos relacionados con la enseñanza de los transgénicos se realizan desde el enfoque pedagógico del constructivismo, lo cual facilita la construcción del conocimiento desde los saberes previos; sin embargo no se presentan de manera contextualizada ni tratan el tema teniendo en cuenta varios enfoques.
- Al explorar los saberes previos de los estudiantes de grado Noveno del Colegio Nicolas Buenaventura se pudo evidenciar que ellos tienen información fragmentada donde los medios de comunicación les dan unos indicios y la escuela unos contenidos pero no los relacionan lo que posiblemente les causa confusión. Por lo cual es valioso que el docente desarrolle estrategias de aula donde se verifique la comprensión y apropiación de los conceptos previos a través de un proceso de retroalimentación.
- Los resultados de validación por parte de los especialistas se encuentran principalmente en un rango entre 4 y 5, de acuerdo a los aspectos a nivel conceptual, funcionales, actividades, evaluativos y estéticos propuestos en el

formato de evaluación; donde resaltan que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto, destacándose su pertinencia, actualidad en la secuencia de las temáticas y los elementos propios que contextualizan el trabajo, siendo esto un acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica.

- En el transcurso de la presente investigación se puede concluir que al explorar las ideas previas que poseen los estudiantes de noveno grado de la institución se pudo detectar que la mayoría no tenían ideas previas sobre los transgénicos ya que en el programa de Biología no se realiza la pertinente articulación con el desarrollo de una posición crítica.

9. RECOMENDACIONES

Para la realización de trabajos posteriores en relación con la enseñanza de la temática de los transgénicos se sugiere tener en cuenta:

- Implementar la Unidad didáctica: La enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas en estudiantes de grado noveno de las instituciones educativas.
- Se construya la unidad temática sobre animales transgénicos que no se alcanzó a abordar en este trabajo.
- Dadas las múltiples aplicaciones que tienen los transgénicos se necesita que haya un mayor número de actividades problematizadoras y reflexivas que permitan hacer un seguimiento más exhaustivo al proceso de aprendizaje y evaluación de los contenidos teniendo en cuenta diferentes contextos.

10. BIBLIOGRAFÍA:

- Acosta, O. (2002). Riesgos y preocupaciones sobre los alimentos transgénicos y la salud humana. *Revista colombiana de Biotecnología*, 4(2), 5-16.
- Acevedo, R. (2001). Proyectos Curriculares para la educación CTS: enfoques y estructuras, contenidos y ejemplos. Disponible en Internet: <http://www.oe.es/salactsi/acevedo19.htm>.
- Agroparlamento. (2018). Algodón Transgénico Argentina. Recuperado de <http://www.agroparlamento.com/agroparlamento/notas.asp?n=0463>
- AgroBio. (2005). Tipos-de-cultivos-geneticamente-modificados. Recuperado de: <http://www.agrobio.org/tipos-de-cultivos-geneticamente-modificados/>
- Arango, C. (2011) Recursos Educativos Y Medios Didácticos Para El Aprendizaje. Recuperado De [https://Es.Slideshare.Net/Duniaalfaro/Recursos-Educativos-Y-MediosDidcticos-Para-El-Aprendizaje](https://es.slideshare.net/Duniaalfaro/Recursos-Educativos-Y-MediosDidcticos-Para-El-Aprendizaje)
- ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). (2013). Porque biotecnología programa educativo de ArgenBio. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de <http://www.porquebiotecnologia.com/>
- Arguedas, M. (2009) La corona de agallas (*Agrobacterium tumefaciens*) Kurú. *Revista Forestal*
- Amigos de la Tierra.(2001). Riesgos potenciales de los organismos modificados genéticamente en la agricultura y la alimentación. Informe diciembre de 2001. <http://www.tierra.org>.
- Alton, E. (2015). Repeated nebulisation of non-viral CFTR gene therapy in patients with cystic fibrosis: A randomised, double-blind, placebo-controlled, phase

2b trial (Nebulización reiterada con terapia génica no viral del gen CFTR en pacientes con fibrosis quística: Un ensayo fase 2b aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo). *Lancet Respiratory Medicine*, 3(9), 684-691. [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(15\)00245-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(15)00245-3).

Ayala, C.(2007). LA ENSEÑANZA DE LA ARGUMENTACIÓN EN LA BÁSICA PRIMARIA: Un compromiso del maestro que permite la aprehensión del mundo a través de la palabra. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Medellín, Colombia.

Betancourth, B. (2012) GENÉTICA DE MICROORGANISMOS. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, 23(Supl. 1), 218-226. Recuperado en 04 de marzo de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-62332012000200016&lng=es&tlng=es.

Benbrook, C. (2001). Troubled Times Amid Commercial Success for Roundup Ready Soybeans: Glyphosate Efficacy is Slipping and Unstable Transgene Expression Erodes Plants defenses and yields. Northwest Science and Environmental Policy Center. Sand Point. Idaho. [http://www. Biotech-info.net](http://www.Biotech-info.net)

Bernal, S. (2013). Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Berstein, I; Berstein,J. Miller, M; Teiewzieva,S; Berstein, D.; Lummus, Z.; Selgrade, M.; Doerfler, D. y Celigy, V. (1999). Immune responses in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. *Environ Health Perspect* 107,575-82.

Barbarin, A. (2013). Unidad didáctica: el ADN, la herencia biológica. Un aprendizaje significativo. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, España.

- Brock, T. D., & Madigan, M. T. (2000). *Microbiología*. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Castañeda, N. (2015). Tecnología de la clonación y expresión génica en un sistema bacteriano y su aplicación en la virología. Universidad del Bosque. Bogotá, Colombia.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2007). *Biología*. Ed. Médica Panamericana.
- Cárdenas, F. (1999). Conocimientos, logros, habilidades, competencias y... ¿Qué evaluar? Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cárdenas, F. y Sarmiento, F. (2000). Desarrollo y evaluación de competencias en ciencias. Proyecto pedagógico y competencias. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cuellar, J. (2009). Implicaciones ambientales del uso de transgénicos en Colombia. Presupuestos básicos, desde un escenario académico, para la elaboración de lineamientos de un programa de gestión ambiental en agricultura transgénica. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Callejas, M., Hernández, E., Pinzón, J., (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. Unilibre Cali
- Cepeda, M., Torres, M. (2009). Aproximación a las concepciones de alfabetización científica en estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Chilton, D. et al. (1977). Stable incorporation of plasmid DNA into higher plant cells: the molecular basis of crown gall tumorigenesis. En: Cell. Vol. 11, No. 2; p. 263-271.

- Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, J., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? Tecné, Episteme y Didaxis. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Cultek S.L.U. (2006). TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE. Recuperado el 10 de Mayo de 2018 de: <http://www.cultek.com>
- DRIVER, R., NEWTON, P., & OSBORNE, J. (2000) Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. Science Education, USA, v. 84, n. 3, p. 287-312. 2000.
- Echavarría, J. (2016). Cambio conceptual situado y ciclo de aprendizaje: Una Unidad didáctica centrada situaciones dadas en los cultivos de Banano para la enseñanza del concepto de ADN en el Grado Noveno. Universidad de Antioquia. Carepa, Antioquia.
- Fernández, J. (2003). Seguridad ambiental. En Biotecnología Vegetal en el futuro de la Agricultura y la Alimentación, pp 153-156. Mundi Prensa, Madrid.
- Florein, A. (2014). Microorganismos transgénicos. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Fossati, G. (2017). ¿Cómo aprenden los alumnos? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.elobservador.com.uy/como-aprenden-los-alumnos-n1083406>
- Fontana, C. (2016). La técnica de los grupos focales en el marco de la investigación socio - cualitativa. Recuperada de: <http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales%20de%20catedras/trabajo%20de%20campo/profesoras.htm>
- Gil, A. (1996). Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. Granada, España.

- Gelvin, S. 2010. Plant Proteins Involved in *Agrobacterium*-Mediated Genetic Transformation. An. Rev. Phytopathol.Estados Unidos. 48:45-68.
- Glick , B y Pasternak,J. (1994) Molecular biotechnology principles and applications of reccombinent ADN: ASM Press washinton D: C
- González, A. (2008). Propuesta de diseño Hipertextual como Recurso Orientado a la exploración del concepto de Recombinación Genética desde el enfoque de las relaciones CT y S. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- González, H.(2008). La sobreexpresión del gen hahb-4 de girasol confiere tolerancia al estrés hídrico en *Arabidopsis thaliana*.-Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
- Gómez, S. (2018). Estandarización de protocolos de transformación genética en *Escherichia coli* y *Agrobacterium tumefaciens* para la generación de una colección de constructos genéticos.
- García, J. (2004). Ingeniería genética y biotecnología. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*.
- García, L.(2014). Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante *Agrobacterium tumefaciens* a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje.Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Global UNAM. (2016). CON ONDAS DE CHOQUE, LOGRAN EN LA UNAM LA TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE HONGOS. Recuperado de: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_193.html

- Hernández, G. (2015). PRODUCCIÓN DE INSULINA A PARTIR DE ORGANISMOS BACTERIANOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA PARA LA TÉCNICA MOLECULAR. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Iñiguez, F. (2005) La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica obligatoria desde una perspectiva constructivista. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. (2014). Incorporación de la biotecnología en la educación básica y media. Grupo de Incorporación de la Biotecnología en la Educación Básica y Media. Bogotá, Colombia.
- Karp, G. (2006). Biología celular y molecular, conceptos y experimentos. Cuarta edición. McGraw Hill in-teramericana.
- Lander, Y. F., & de Reyes, E. C. (2003). Reflexiones sobre organismos transgénicos y sus implicaciones bioéticas. *Paradigma*, 24(1), 117-136.
- Lewis, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, UK, v. 8, n. 11, p. 1267–1288.
- Lopez, E. (2003). Cultivos transgénicos y bioseguridad en Colombia. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2016). *Microbiología de Brock-14ª Edição*. Artmed Editora
- Magaña, D.(2010). Desarrollo de un nuevo método de transformación genética en el reino fungi. Guanajuato, Mexico.

- Marquez, L. (2014). La enseñanza - aprendizaje de los cultivos transgénicos, una estrategia didáctica dirigida a los estudiantes de la institución educativa alfonso lópez Pumarejo. Universidad Nacional de Colombia. Valledupar, Colombia.
- Montoya, D. (2007). Nuevas necesidades en ingeniería para el desarrollo de la biotecnología. Revista Colombiana de Biotecnología. Bogotá, Colombia.
- Medina, L., Lambraño, J., & Villamizar D. (2011). Unidad Didáctica: ¿alimentos transgénicos, la respuesta a una problemática ambiental o una estrategia económica de las grandes superpotencias? Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Merguth, M. (2017). Ventajas y desventajas, Plantas Transgénicas. Recuperado de:<https://medium.com/@miguelmehrgutpalenzuela/ventajas-y-desventajas-plantas-transg%C3%A9nicas-48ffb1711fca>
- Meinardi, E, (2010) Educar En Ciencias. Buenos Aires, Argentina: Paidós
- Morillo, S. (2003). Evaluación del control de Agrobacterium tumefaciens mediante la aplicación de agentes antibióticos en rosas en rosas. Sanglqui
- Moreno, J. (2015) Monografía de la producción de la insulina Recombinante mediante ingeniería genética.Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Moreira, M. (2000). Aprendizaje Significativo y teoría y práctica: Ed. Visor: Madrid.
- Narváez, E. (2014). Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

- Nogués, R. (2002). Ingeniería genética y manipulación de la vida. Barcelona, España.
- Prieto, T., & España, E. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Universidad de Málaga. Málaga, España.
- Palacin, M. (2015). Propuesta didáctica para abordar los contenidos de genética y biología Molecular en 4 de la ESO utilizando el enfoque de Investigación dirigida. Universidad Internacional de la Rioja. Gijón, España.
- Panco, F. (2016). Análisis de datos cualitativos en la investigación social. Universidad nacional de la plata.
- Pareja, E. (2017). Proteínas y péptidos terapéuticos recombinantes. Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada. Recuperado de: https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/ingenetindustrial.htm#_Toc30854760
- Paul R, Elder L. (2003). La mini-guía para el Pensamiento Crítico, conceptos y herramientas. Fundación para el Pensamiento Crítico.
- Pérez, A. (2008). Producción y purificación de la Taq Polimerasa Recombinante utilizando Escherichia Coli. Instituto Politécnico Nacional de México.
- Pineda, C. (1998). Evaluación de expresión de gen B- glucuronidasa en células embriogénicas en suspensión de Musa . Dominico Harton transformadas via Agrobacterium. Universidad Pontifica Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Ramsés , A. (2009). Un acercamiento a la producción de proteínas recombinantes terapéuticas de uso humano. Recuperado de: www.mediagraphic.org.mx
- Rivera, S. (2016). Unidad didáctica “los genes y su función”. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

- Roa, R., & Valbuena, E.(2013). Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones. Revista Colombiana de Biotecnología. Bogotá, Colombia.
- Rodriguez, E., (2006). "incidencia de las nuevas tecnologías en el aprendizaje autónomo de lenguas extranjeras. En memoria 6 Encuentro Nacional e Internacional de Centros de Autoacceso de Lenguas. La autonomía del aprendiente: escenarios posibles. México.
- Rodríguez, G. (2015) Los Presupuestos Conceptuales y Metodológicos en la Conformación de un Semillero de Investigación en Biotecnología en IED San José Sur Oriental. Universidad Pedagógica Nacional. Bogota, Colombia
- Roca, W.,& Ramírez, H. (2000) Introducción a la biotecnología vegetal. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal. Santo Domingo.
- Romero, L. (2016). TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE HONGOS CON ONDAS DE CHOQUE. Recuperado de: <http://www.gaceta.unam.mx/20160331/transformacion-genetica-de-hongos-con-ondas-de-choque/>
- Sanmartí, Neus (1994). Didáctica de las Ciencias Experimentales: el diseño de unidades didácticas. Colección Ciencias de la Educación. Ed. Marfil, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sanmartí, Neus (1996). Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones. Universidad Autónoma de Barcelona
- Seguí, M . (2010). Biología y Biotecnología reproductiva de las plantas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

- Severo, O. (2010). Transformación de *Escherichia coli* con un plásmido recombinante. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Córdoba, Colombia.
- Soto, V., Hernández, J., Morales Hernández, Y., & Dios De La Cruz, O. (2015). Producción de insulina a partir de organismos bacterianos: Revisión bibliográfica para la técnica molecular.
- Sánchez, T. (2008). PLANTAS TRANSGÉNICAS. Recuperado de: <http://www2.uned.es/experto-biotecnologia-alimentos/TrabajosSelecc/TrinidadSanchez.pdf>.
- Varela, J. (2010). *Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales: Derecho de la Unión Europea y de la Organización Mundial del Comercio*. Editorial Reus.
- Valderrama, A. (2005). Transformación de plantas mediada por *Agrobacterium*: "INGENIERÍA GENÉTICA NATURAL APLICADA". *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(1).
- Vega, M. (2014). Expresión Recombinante de una endoglucanasa del hongo *Trametes versicolor* en *Pichia Pastoris*.
- Viajaya, P. (2010). Expression of an Arabidopsis vacuolar H⁺-pyrophosphatase gene (AVP1) in cotton improves drought- and salt tolerance and increases fibre yield in the field conditions. *Plant Biotechnology Journal*.
- Yang, U (2007): New medical technique punches holes in cells, could treat tumors. Publicado el 10 de enero de 2008.

ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.**

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la *Unidad Didáctica: Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas* , asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.		
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.		
Los conceptos son claros y explicativos.		
La presentación de los contenidos tiene una estructura adecuada.		
Los gráficos y figuras son claros y explicativos		

sobre el tema tratado.		
2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.		
La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados.		
La organización de la Evaluación es adecuada.		
Durante el proceso de la fomentación de habilidad argumentativa tiene la información adecuada para lograrlo.		
Las fuentes bibliográficas y referentes visibles.		
3. ACTIVIDADES		
El vocabulario utilizado es sencillo de comprender.		
Se distingue la pertinencia de las actividades conforme a las etapas de la Argumentación de Cárdenas (1998) (Conocimiento, Contextualización, Síntesis o Argumentación. (Ver Unidad Docente)		
La organización de las actividades es apropiada para el desarrollo del pensamiento Crítico.		
Durante el desarrollo de las actividades propuestas usted tiene control sobre el avance o retroceso de comprensión.		
La Unidad didáctica permite desarrollar habilidades básicas para problematizar la ciencia.		
4. EVALUACIÓN		
La evaluación es pertinente con el Modelo Pedagógico (Constructivismo Humano)		

La Unidad Didáctica permite trabajar los lineamientos que se presentan en el Ministerio de Educación Nacional para el Campo de Ciencias Naturales (Ver Unidad docente)		
Las temáticas planteadas motivan a los estudiantes al estudio de los Organismos Modificados Genéticamente.		
5. ASPECTOS ESTÉTICOS:		
La exposición de cada uno de los contenidos de la Unidad Didáctica presenta una estructura adecuada		
La presentación de la Unidad Didáctica resulta agradable para el lector.		
Las gráficas y datos son pertinentes para la ayuda de los estudiantes.		
La presentación, diseño y los personajes son pertinentes para los estudiantes.		
El color y tamaño de la letra es adecuada para el lector.		

SUGERENCIAS:

ANEXO 2: FICHAS BIBLIOGRÁFICAS

Ficha Bibliográfica N 1	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales formar en ciencias lo que necesitamos saber y saber hacer.	
Autor.: MEN (Ministerio de Educación Nacional)	
Tipo de Documento: Educativo.	Año: 2004
Objetivo de Estudio: Lineamientos y estándares para la enseñanza de la manipulación genética en el programa de Biología Molecular	
Metodología No Aplica	
Instrumentos: No Aplica.	
Resumen Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales grado octavo a noveno: “Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.” p 20. “Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario” p 20. “Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético” p 20. “Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria” p 20. “Argumento las ventajas y desventajas de la	

manipulación genética” p 20. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales grado décimo a undécimo “Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.” p 20. “Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos.” p 22. “Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia.” P 22. “Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas” p 22. “Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia” p 22

Citación Normas Apa MEN (Ministerio de Educación Nacional). (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales formar en ciencias ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer. Ministerio de Educación Nacional: República de Colombia. Recuperado el 10 de mayo de 2013

Ficha Bibliográfica N 2	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Diseño de un objeto virtual de aprendizaje sobre plantas transgénicas para el desarrollo de la habilidad cognitivo- lingüística de la explicación en docentes de Biología en formación de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-Colombia).	
Autor. Leidy Tatiana García Navarrete, Alcira Ordóñez Rey & Lola Constanza Melo	
Tipo de Documento: Artículo científico	Año: 2014

Objetivo de Estudio: Diseñar un objeto virtual de aprendizaje que promueva el desarrollo de la habilidad cognitiva- lingüística de la explicación mediante la exposición de un problema socio- científico como lo es la obtención de plantas transgénicas

Metodología

La investigación es de enfoque cualitativo y desarrollada en tres fases. Para el diseño del objeto virtual de aprendizaje se emplea el modelo instruccional ADDIE (Williams et al., 2004) construyéndose el guión didáctico y editorial que permitirá la virtualización del objeto con exe-learning.

En la fase de análisis, se buscó caracterizar y describir las condiciones iniciales o puntos de partida que orientaron la construcción del OVA, para ello definieron las metas de aprendizaje, se seleccionaron las herramientas de autor y se elaboró el mapa conceptual que orientó los contenidos.

En la fase de diseño, se elaboró el documento maestro abordando la obtención de plantas transgénicas mediante *Agrobacterium tumefaciens* y las características de la habilidad explicativa.

En la fase de desarrollo, se realizó la digitalización de los contenidos de acuerdo al guión didáctico y editorial en las distintas herramientas de autor. El montaje total del objeto virtual de aprendizaje se realizó en exe-learning. Finalmente, en la fase de implementación se realizó la validación con un grupo de estudiantes de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional pertenecientes al ciclo de profundización, haciendo el seguimiento al progreso de la habilidad mediante dos escritos donde se les solicitaba que explicaran cómo enseñaría la temática de las plantas transgénicas.

Instrumentos: "La investigación se desarrolló desde el enfoque cualitativo, y el método la investigación basada en el diseño, la cual tiene como finalidad de acuerdo con Rodríguez y Valdeoriola"

Resumen:

La explicación podría entenderse como un nivel alto en la escala de progresión de las habilidades cognitivo- lingüísticas al requerir de otras tales como la descripción, justificación y relación, haciendo necesario el trabajo con esta habilidad desde etapas tempranas en la formación de los maestros a través de diversas metodologías de intervención que permitirán el desarrollo de esta habilidad al enfrentarse a problemas socio- científicos en entornos virtuales poniendo a prueba su capacidad para localizar información relevante, resolver problemas y realizar diferentes tipologías textuales que evidencian el grado de desarrollo de la habilidad.

El desarrollo de propuestas educativas que involucren aspectos tecnológicos requiere que los maestros reflexionen sobre la importancia del conocimiento tecnológico y didáctico del contenido (TPCK), orientado a la creación de contenidos contextualizados que busquen promover en los estudiantes cambios cognitivos a través de las ventajas de involucrar las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje en modalidad presencial; para ello involucrar problemáticas reales y cercanas de los estudiantes se configura como una estrategia positiva que le permite al estudiante una mayor cercanía a los elementos trabajados

Citación Normas Apa

GARCÍA, L; ORDÓÑEZ, A; MELO, L. (2014). Diseño de un objeto virtual de aprendizaje sobre plantas transgénicas para el desarrollo de la habilidad cognitivo- lingüística de la explicación en docentes de Biología en formación de la Universidad Pedagógica Nacional. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 3	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Propuesta de diseño Hipertextual como Recurso Orientado a la exploración del concepto de Recombinación Genética desde el enfoque de las relaciones CT y S.	
Autor. Alexandra Aldana González	
Tipo de Documento: Trabajo de pregrado	Año: 2008
Objetivo de Estudio: Diseñar un hipertexto que permitiera brindar elementos de análisis de las relaciones entre C T Y S a partir de la exploración de las potencialidades, riesgos y consecuencia de la implementación de la tecnología del ADN recombinante.	

Metodología

El trabajo se estructuró en 3 fases. 1. Documentación: se realiza una revisión documental de los elementos pedagógicos, científicos e informáticos. 2. Diseño: Se aborda la discusión de los elementos necesarios para desarrollar la fase de pre-producción del material hipertextual multimedia como requisito para la elaboración de su guión con los lineamientos metodológicos y desarrollo de materiales planteados por el grupo de investigación. 3. Análisis y conclusiones A partir de la discusión planteada se busca plantear recomendaciones en el implemento del hipertexto educativo desde enfoque de enseñanza de las ciencias a través del enfoque CTS.

Instrumentos: No se aplicó en ninguna población sino formuló la construcción del hipertexto con las posibles actividades de foros electrónicos, público, académicos, encuestas consultas, tareas, cuestionarios, banco de experiencias, blog académico, y canales de información.

Resumen

La autora plantea un recurso hipertextual alrededor del tema de la recombinación genética que ha sido de gran debate en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Para desarrollar estos elementos orienta su trabajo a las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad que surgen a la enseñanza estas temáticas que demandan un impacto en la sociedad. De esta manera construye unos nodos conceptuales que le permiten integrar las temáticas más conflictivas que se enfrenta al aplicar las técnicas de ADN recombinante las cuales son Alimentos transgénicos, clonación, proyecto del genoma humano, terapia génica y producción industrial de sustancias bioquímicas de organismos recombinantes. Cada uno de estos enfoques son vistos desde varios contextos que dan explicación y argumentos para desarrollar las ideas principales las cuales se definen en Conocimientos científicos, desarrollo tecnológico, contexto histórico , contexto axiológico, contexto legal y desarrollo humano. Finalmente, la autora propone diferentes actividades que permiten relacionar los contenidos para poder lograr

un aprendizaje significativo.

Citación Normas Apa

González, A. (2008). Propuesta de diseño Hipertextual como Recurso Orientado a la exploración del concepto de Recombinación Genética desde el enfoque de las relaciones CT y S. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 4

Fecha: Agosto del 2017.

Título: UNIDAD DIDÁCTICA: TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE PARA LA ENSEÑANZA DE ALGUNOS CONCEPTOS EN BIOLOGÍA MOLECULAR.

Autor. SERGIO GIOVANNY BERNAL

Tipo de Documento: Trabajo de grado Pregrado	Año: 2003
---	-----------

Objetivo de Estudio: Desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de Biología Molecular a partir de la tecnología del DNA recombinante, dirigida a estudiantes de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional

Metodología

1. Contextualización: Se realizó utilizando la información de las líneas de investigación en enseñanza de biotecnología que existen en el país y una encuesta de pregunta abierta (Ver anexo 2) a los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en biología. Estos documentos se sistematizaron en fichas bibliográficas. Por otra parte, los antecedentes se realizaron en base a los documentos publicados en web y en físico sobre unidades didácticas para la enseñanza de biología molecular.

2. Diseño de la unidad didáctica: Se realiza dos componentes de la unidad la parte del docente y la del estudiante. El diseño de unidad Docente se realizó según lo propuesto por Sanmartí, Neus (1994) donde se presentan una introducción, información general, descripción de la unidad, objetivos, contenidos y programación específica de la unidad temática.

3. Evaluación, validación y ajuste.

La unidad didáctica se evaluó en los estudiantes del curso de introducción a la biotecnología del periodo 2012-2 compuesto por estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en biología de la UPN, que ya habían o se encontraban cursando biología molecular; La evaluación fue realizada desde los planteamientos socio

constructivistas del aprendizaje, para ello se diseñó un formato que recolecta la información obtenida tras la evaluación de las diferentes actividades. La validación de la unidad se realizó de dos maneras: una con los estudiantes a los cuales se les evaluó y la otra con docentes especialistas en la parte didáctica y en la parte disciplinar. Para dicha validación se diseñó un formato que contenía tanto la información de contenido como la información estética de la unidad didáctica, como anexo se encontraban las sugerencias a cada unidad temática en específico.

Instrumentos Se revisaron 96 fuentes, a nivel pedagógico, metodológico y disciplinar entre los que se destacan los siguientes autores: Sanmartí, Neus (1996).

Domínguez, L. J., Pérez, A. C. & Matilla, A. E. (2003). Claros, Gonzalo. (2003).

González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T.,

González, P., Martínez, C. & García. R. (2011). Melo, Lola C. (2013). Quintanilla,

G. M., Daza R. S. & Merino R. C. (2010). Ortiz, M. & Borjas, B. (2008

Resumen

El trabajo de grado presenta una unidad didáctica para estudiantes del ciclo de profundización de la carrera licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Específicamente para la materia de Biología Molecular, aportando estrategias didácticas que le permite a los estudiantes de comprender algunos conceptos y estimular el desarrollo de propuestas didácticas en esta área.

El presente trabajo de grado consta de 12 elementos, primero planteamiento del problema, el cual se mencionan los aspectos que dieron origen a la Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología Molecular. En segundo lugar, se presenta los objetivos que se persiguen. Tercero Antecedentes en la cual se consultaron 44 fuentes relacionadas con unidades didácticas o propuestas educativas para esta temática. Cuarto justificación se presenta las razones por las cuales es importante realizar dicho trabajo de grado. Quinto marco teórico; en este elemento se menciona los fundamentos disciplinares y pedagógicos en que se fundamenta la unidad didáctica. Sexto, lo correspondiente al diseño metodológico que comprende: tres fases, fase de contextualización y antecedentes, diseño de la unidad didáctica, por último, fase de validación, evaluación y ajustes de este; séptimo, se presentan resultados y análisis del trabajo; octavo y noveno, conclusiones y recomendaciones. Por último, referentes bibliográficos y anexos.

Citación Normas Apa

Bernal, S. (2013). Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 5	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Aproximación a las concepciones de alfabetización científica en estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica	
Autor. Miller Cepeda Sánchez, Miguel Ángel Torres Fuentes	
Tipo de Documento: Trabajo de grado de pregrado	Año: 2009
Objetivo de Estudio: Realizar una aproximación a las concepciones acerca de Alfabetización Científica en un grupo de estudiantes del ciclo de fundamentación y otro de profundización del proyecto curricular de Licenciatura en Biología	

Metodología

El trabajo se orienta desde tres tipos de investigación: La investigación cualitativa, la investigación interpretativa y la investigación descriptiva. Basados en tres fases: En la primera parte se realizó una recolección documental; En la segunda Diseño de material y validación de este para la recolección de información. En este punto se diseñaron actividades comprendidas en dos multitalleres, las cuales fueron evaluadas y validadas por un docente experto. En la Tercera fase Implementación del material diseñado en una población seleccionada aleatoriamente. Se escogió el ciclo de fundamentación (quinto semestre) y profundización. En la última fase Interpretación de resultados bajo la perspectiva de categorías preestablecidas.

Instrumentos

Instrumentos: Encuesta inicial, multitalleres 2,3

I2: Escalas Likert, texto de educación básica y media, historieta,

I3: Elementos conceptuales de productos de consumo diario, Pregunta sobre la gripa porcina, Elaboración cartilla acerca del antiviral A (H1N1), presentación del video.

Resumen

El trabajo se aproxima a las concepciones que tienen estudiantes de quinto semestre y de la electiva Biotecnología en Colombia. SE implementaron tres instrumentos, en tiempos diferentes de la siguiente manera: Concepciones explícitas través de preguntas abiertas, en un segundo momento se plantean situaciones y afirmaciones que ponen de manifiesto las ideas implícitas de ciencia y actividad científica; y por último se señalan actividades prácticas que complementan el segundo instrumento y ponen de manifiesto las concepciones del segundo momento. Los resultados obtenidos muestran, la necesidad de fortalecer el proyecto curricular, por lo menos en las muestras poblaciones trabajadas, en aspectos epistemológicos, históricos, axiológicos, comunicativos y democráticos, sin desconocer que el proyecto curricular apunta a fortalecer estas.

Citación Normas Apa

Cepeda, M., Torres, M. (2009). Aproximación a las concepciones de alfabetización científica en estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 6

Fecha: Agosto del 2017.

Titulo: DESARROLLAR UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA CONSTRUCTIVISTA A PARTIR DE LOS CONCEPTOS DE GEN Y CROMOSOMA QUE PERMITAN UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA HERENCIA BIOLÓGICA EN EL GRADO NOVENO

DEL SEMINARIO MENOR DE LA ARQUIDIÓCESIS DE MEDELLÍN

Autor. RAÚL FERNANDO MORENO ARANGO

Tipo de Documento: Tesis de maestría

Año: 2014

Objetivo de Estudio: Desarrollar una estrategia didáctica constructivista a partir de los conceptos de gen y cromosoma que permitan una mejor comprensión de la herencia biológica en los estudiantes del grado noveno del seminario menor de la arquidiócesis de Medellín.

Metodología

El presente trabajo es de tipo cualitativo, con diseño descriptivo. Este diseño permitió recolectar la información, identificar ideas y conceptos, realizar comparaciones, deducciones desde el diseño de unos cuestionarios para tener una visión sobre las falencias en los preconceptos de gen y cromosoma. A partir de los cuestionarios el docente que realiza la investigación elige los materiales y diseña las actividades con el fin de que los estudiantes la construyeran los conceptos, pero las respuestas escritas fueron siempre de carácter individual. El análisis de las respuestas de los alumnos permitió realizar una observación del asunto planteado en este documento sin que ello revistiera un trabajo de corte cuantitativo.

Las actividades que diseñó empiezan con las temáticas: Exploración de conceptos previos. Se realiza un seminario con las preguntas sobre qué concepciones tienen sobre gen, cromosoma, herencia biológica y mutación.

Explicación de términos relacionados con la herencia (ADN, ARN, meiosis y mitosis). Se realiza la explicación por medio de un video "Evolución orgánica parte 1" del concepto

de mutación y posterior socialización por parte del docente por medio un cuestionario de división celular.

Formulación de interrogantes básicas sobre la herencia biológica mediante la observación en campo de las características más variables en dos especies de plantas estudiadas. (Forma color de las flores). El docente realizó la elaboración de unos esquemas que documentan las principales características de las estructuras florales que más variedad presentaban. (Color, forma, número de pétalos, y aroma)

Instrumentos

Recursos

Videos, carteles, revistas, textos escolares, documentos, tablero, fotografías, dibujos elaborados por los estudiantes, flora de la institución.

Tiempo previsto

Sesiones presenciales de 90 minutos cada una (lo que se llama un “bloque” de clase, es decir, dos horas seguidas) y tiempo destinado por cada estudiante para realizar actividades extra-clase.

Resumen

Se presenta en este documento una estrategia didáctica con estudiantes del grado noveno del Colegio Seminario Menor de Medellín, se pretende que los estudiantes construyan los conceptos relacionados con la herencia biológica (gen, cromosoma) como parte del programa académico de Ciencias Naturales. Sus diversas concepciones acerca de cómo se transmiten las características físicas en los seres vivos plantean interrogantes frente al proceso de enseñanza y aprendizaje de este contenido en la institución educativa. Las creencias de los estudiantes, la formación religiosa del colegio y los propósitos académicos que se pretenden lograr generan brechas comunicativas entre el docente, los estudiantes y otros integrantes de la comunidad educativa quienes, igualmente, expresan diversas posiciones en relación con la herencia biológica en los seres vivos. Por ello, es necesario encontrar nuevas formas de desarrollar los contenidos del área de Ciencias Naturales y lograr a través de la clase y de las actividades que se proponen, nuevos espacios de socialización, visión y comprensión de la herencia biológica. La estrategia didáctica se realiza desde un paradigma cualitativo.

Citación Normas Apa

Moreno, C. (2014). Desarrollar una estrategia didáctica constructivista a partir de los conceptos de gen y cromosoma que permitan una mejor comprensión de la herencia biológica en el grado noveno del seminario menor de la arquidiócesis de Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 7	Fecha: Agosto del 2017.
Título: UNIDAD DIDÁCTICA: EL ADN, LA HERENCIA BIOLÓGICA. UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	
Autor. ANDREA BARBARIN	
Tipo de Documento: Tesis de maestría	Año: 2013
<p>Objetivo de Estudio: Desarrollar pensamiento sociocrítico desde utilidad del modelo de conocimiento construido por los alumnos en discusiones y en representaciones de procesos de temas actuales, direccionados por los medios de comunicación, relacionando los contenidos de biología celular y genética como: transgénicos, terapia génica...</p>	
<p>Metodología</p> <p>Se tendrá en cuenta un modelo cualitativo y organiza las actividades en 7 módulos:</p> <p>CLASES TEÓRICAS: Con 5 sesiones de una hora de duración cada una de 5 horas.</p> <p>CONSTRUCCIÓN DEL MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA DOBLE HÉLICE DE ADN: Con 2 sesiones de 1 hora de duración. 2 horas.</p> <p>REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES: Con 1 sesión de 1 hora, y media hora de otra sesión. 1 hora 30 minutos.</p> <p>PRÁCTICAS DE LABORATORIO: con 1 sesión de hora y media de duración (se necesita el recreo).1 hora 30 minutos</p>	

ELABORACIÓN DE MAPA CONCEPTUAL Y PRESENTACIÓN ORAL: Con 2 sesiones de 1 hora (tiempo extra en casa; programa cmap tools). 2 horas

REFLEXIÓN FINAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA Con media hora de una sesión. 30 minutos evaluación una sesión de una hora. 1 hora

Instrumentos

PowerPoint y esquemas que irán acompañados de dibujos en la pizarra, para explicar cada uno de los experimentos. Además, el profesor emplea su modelo de conocimiento, que servirá de guía al alumnado durante toda la Unidad Didáctica, ya que al final de esta, cada uno deberá de realizar su propio modelo. Representaciones gráficas en la pizarra, mapa conceptual, y guión del experimento de Meselson y Stahl para la realización posterior de una actividad.

Resumen

Este trabajo fin de máster consiste en la planificación de la docencia y la evaluación de una unidad didáctica dedicada al estudio del ADN para alumnos/as de 2º de Bachillerato. Para ello propongo la realización de unas clases teóricas en las que se llevarán a cabo, el estudio del ADN, su estructura, características, funciones, su descubrimiento como molécula portadora de la información genética, su proceso formativo y su forma y proceso de duplicación. Las sesiones se apoyarán visualmente con una presentación PowerPoint, con videos explicativos tanto de la estructura del ADN, como del proceso de replicación, y con la realización de varias actividades virtuales desde las aplicaciones de UVE Gowin y Cmap tools que ayuden a la comprensión. Tras las clases teóricas, propongo la construcción de un modelo tridimensional de la doble hélice del ADN, lo que llevará a conocer bien su estructura. Además de esto se realizará una práctica de laboratorio en la que el alumnado observará los conceptos estudiados en clase y aclarar aquellas dudas sobre cómo es realmente lo que se está estudiando.

Citación Normas Apa

Barbarin, A. (2013). Unidad didáctica: el ADN, la herencia biológica. Un aprendizaje significativo. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, España.

Ficha Bibliográfica N 7

Fecha: Agosto del 2017.

Título: Enseñanza del Dogma Central de la Biología Molecular mediante el uso de laboratorios integrados a estudiantes de educación media

Autor. Jorge Eliecer González Garzón

Tipo de Documento: Tesis de maestría

Año: 2014

Objetivo de Estudio:

Elaborar una metodología pedagógica y didáctica que facilite la enseñanza del Dogma Central de la Biología Molecular mediante el uso de prácticas básicas en laboratorios integrados a estudiantes de educación media.

Metodología

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo bajo una investigación descriptiva de tipo comparativo, con metodología interactiva; donde participa un estudio tipo encuesta para determinar los grados de conocimiento de un tema que posteriormente mostrará la forma diferencial de un antes y un después de aplicada una estrategia pedagógica de aprendizaje significativo, implicando la participación conjunta de personas beneficiadas, donde se pretende modificar un sistema clásico de enseñanza, generando sobre él una intervención práctica especialmente diseñada para una población objetivo.

Instrumentos

Los materiales los dividió en dos perspectivas:

Perspectiva interpretativa, donde se comprenden las situaciones que posteriormente permitieron dar respuestas a los interrogantes de la población objeto de estudio (estudiantes) acerca de su interpretación y el grado de conocimiento que estos han construido en base a los temas evaluados. También se obtuvo información que permitió

realizar caracterizaciones acerca del género, edad, estrato social, núcleo familiar e inclinación profesional. Perspectiva analítica, que permitió evaluar la situación estudiada, la cual fue sujeta a mediciones y análisis estadístico.

Resumen

“Enseñanza del Dogma Central de la Biología Molecular mediante el uso de laboratorios integrados a estudiantes de educación media” se efectuó en la Institución Educativa Villacolombia, Santiago de Cali (Valle), en 32 estudiantes de grado once, divididos en un grupo control y uno experimental, de 24 y 8 estudiantes respectivamente, realizando prueba inicial y final. Requirió participación del estudiante en sección experimental, teórica, audiovisual y creativa en torno al tema, permitiéndole forjar un concepto propio que ayude a resolver las preguntas planteadas. Esta estrategia pedagógica contó con: I. Análisis y diagnóstico inicial. II. Socialización. III. Práctica experimental. IV. Refuerzo de conceptos. V. Elaboración de modelo icónico, cartilla y cartel. VI. Diagnóstico final. Este trabajo demostró que la implementación de nuevas alternativas pedagógicas y didácticas puede influir significativamente en los procesos de aprendizaje en torno a un tema específico en estudiantes con falencias conceptuales.

Citación Normas Apa

González, J. (2014). Enseñanza del Dogma Central de la Biología Molecular mediante el uso de laboratorios integrados a estudiantes de educación media. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia

Ficha Bibliográfica N 8	Fecha: Agosto del 2017.
Título: LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA EN EL GRADO NOVENO DE BÁSICA SECUNDARIA: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA A LA LUZ DEL CONSTRUCTIVISMO	
Autor. RAFAEL ANTONIO BENÍTEZ MORELO	
Tipo de Documento: Tesis de maestría	Año: 2013
Objetivo de Estudio: Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la genética y sus diferentes conceptos en grado noveno a la luz del constructivismo.	
<p data-bbox="212 1077 391 1115">Metodología</p> <p data-bbox="212 1178 1383 1514">La propuesta de la enseñanza de la genética a la luz del constructivismo ha buscado acercarse a las fuentes documentales y luego llevarlas a un laboratorio, y volver esa teoría en una práctica cotidiana que permite tener una mayor accesibilidad de la juventud al conocimiento de la genética. Para dar cumplimiento a ello se dieron algunas técnicas de Indagación, combinando dimensiones cuantitativas y de la Interpretación y entendimiento crítico y objetivo del sentido y de la comprensión de textos escritos y cómo estos se vuelven prácticos en el laboratorio.</p>	
<p data-bbox="212 1608 399 1646">Instrumentos</p> <p data-bbox="212 1709 805 1747">Encuesta, Entrevista y mapas conceptuales.</p>	

Resumen

A continuación se presenta algunos aportes y resultados entregados en la unidad didáctica “La enseñanza de la genética a la luz del constructivismo” aplicada a los estudiantes del grado noveno organizados de la siguiente manera: grupo 9-1 (como grupo de control) y grupo 9-2 (como grupo de Intervención) con 37 estudiantes cada uno para un total de 74 estudiantes de básica secundaria de la Institución Educativa John F. Kennedy, del municipio de Itagüí (Antioquia), que presentan debilidades conceptuales frente al tema, ya sea por desinterés o desmotivación, generado para la misma, estrategias aplicadas por los docentes que suelen ser poco adecuadas para generar procesos de aprendizajes significativos en los estudiantes.

Con esta estrategia se buscó que los estudiantes adquirieran una actitud de formulación de preguntas, tendientes a conducir el desarrollo de competencias científicas como la indagación y además la problematización de los conocimientos científicos en su entorno social.

Citación Normas Apa

Benítez, R. (2013). La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 9	Fecha: Agosto del 2017.
Título: UNIDAD DIDÁCTICA “LOS GENES Y SU FUNCIÓN”	
Autor. Silvia Rivera Gonzalo	
Tipo de Documento: Tesis de maestría	Año: 2016
<p>Objetivo de Estudio:</p> <p>Conocer el “qué enseñar”, o lo que es lo mismo, dominar los objetivos y contenidos de este tema. Saber “cuándo enseñar”, es decir, realizar una secuencia ordenada de actividades y contenidos</p>	
<p>Metodología</p> <p>Cualitativa. Etapa de Contextualización, Espacio y recursos</p> <p>Elaboración de contenidos</p> <p>Evaluación competencias.</p>	
<p>Instrumentos</p> <p>Un cuadernillo de ejercicios previos a las sesiones, presentaciones de Power Point, smartphones o tablets, proyector y ordenador, intranet, exámenes de Pruebas de Acceso a la Universidad de años previos para trabajar con ellos</p>	

Resumen

La unidad didáctica organiza los aprendizajes que se han de desarrollar en un determinado periodo de tiempo, con la finalidad planificar y sistematizar todos aquellos que se va a trabajar en el aula. Se trata de un medio de trabajo inherente al proceso de enseñanza-aprendizaje, que define los objetivos, contenidos, actividades y metodologías en función del propio alumno.

En el presente Trabajo de Fin de Máster se presenta una propuesta de una unidad didáctica sobre la enseñanza-aprendizaje de “LOS GENES Y SU FUNCIÓN” adaptada al nivel de conocimientos de 2º de Bachillerato en la modalidad de Ciencia y Tecnología. Con esta unidad se pretende, además de organizar los conocimientos a impartir, aclarar y concretar la noción que tenemos sobre aspectos genéticos (genes, función, herencia, etc.) los cuales tienden a ser mal interpretados por la sociedad debido al exceso de información fugaz que nos invade en la actualidad.

Citación Normas Apa

Rivera, S. (2016). Unidad didáctica “los genes y su función”. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

Ficha Bibliográfica N 10

Fecha: Agosto del 2017.

Título: Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

Autor. Esperanza Narváez Burgos

Tipo de Documento: Tesis

Año: 2014

Objetivo:

Desarrollar el método de Resolución de problemas dentro de la temática de Genética, como estrategia pedagógica y didáctica con el fin de aumentar los niveles de comprensión, que permitan avanzar en la competencia argumentativa en el área de Ciencias Naturales en el nivel de educación básica secundaria.

Metodología

Fase preliminar: Comprendió las actividades de estructuración, socialización y diagnóstico. Comprende el estudio de la metodología de la estrategia pedagógica y didáctica de resolución de problemas abiertos en genética.

Diseño de las actividades necesarias para adelantar la estrategia. En esta etapa se realizó el diseño y posterior elaboración de los cuestionarios de evaluación de saberes previos, la encuesta sociodemográfica y la evaluación final. También se diseñaron las actividades necesarias para adelantar la estrategia didáctica y pedagógica.

Socialización del proyecto. Se socializa la metodología ante el grupo de estudiantes objeto de la investigación, y se utilizó para ello una presentación en Power Point, teniendo en cuenta los objetivos, la estructuración de la estrategia y la metodología a seguir. Posteriormente se hizo la discusión con el grupo.

"Diagnóstico: En esta fase se aplicó el cuestionario de evaluación de ideas previas, adaptado de Ibáñez (2003), cuestionario que a su vez ha sido válido por otros estudios sobre ideas alternativas de los estudiantes, Banet y Ayuso (1995), Woods-Robinson y otros (1998) (ver anexo A).

"

"Fase experimental. En esta fase se desarrolló la estrategia pedagógica y didáctica. Para generar preguntas problema que despertaran el interés de los estudiantes por las temáticas de genética se presentó la película GATTACA, de ciencia ficción y creada en Estados Unidos.

"

"A partir de situaciones problema planteadas desde la genética, los estudiantes desarrollaron actividades que les permitieron acercarse o encontrar la solución. Se

realizaron las siguientes actividades: Planteamiento de situaciones problema en genética: Cromosoma, gen, alelos (dominantes, recesivos, y dominantes), Fenotipo, genotipo, información hereditaria; Planteamiento de hipótesis por parte de los grupos; Consultas que permitieron aproximarse a su solución; Ejecución de prácticas de laboratorio; Producciones textuales, ejercicios de lápiz y papel; Recolección de la información y Aplicación de la evaluación final.

"

"Fase de procesamiento, análisis y presentación de los resultados.

En esta fase se analizará de manera detallada la información recolectada durante la aplicación de la estrategia pedagógica y didáctica propuesta. Una vez evaluada la estrategia, se concluirá.

Instrumentos

Las estrategias utilizadas para la recolección de la información fueron: Evaluación de ideas previas sobre el tema de genética, Encuesta socio- demográfica y de desempeño académico, Registros de actividades grupales realizadas en la resolución de problemas en genética y Evaluación final

Resumen

Se intervino en el aula con la estrategia didáctica y pedagógica de resolución de situaciones problema de enunciado abierto. Se trabajó con dos grupos del grado noveno de básica secundaria. G1, ha sido el grupo experimental y G2, el grupo control o de referencia. El objetivo principal fue aumentar los niveles de comprensión y argumentación en conceptos básicos de Genética como son: cromosomas, gen, alelos, organismos homocigotos, heterocigotos, fenotipo y genotipo. Las situaciones problema fueron planteadas teniendo en cuenta la evaluación de los saberes previos de los estudiantes. Los grupos de trabajo siguieron una secuencia de actividades que finalmente los condujo a la resolución de la situación problema.

Citación Normas Apa

Narváez, E. (2014). Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 11	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Por qué biotecnología programa educativo de ArgenBio.	
Autor. ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología).	
Tipo de Documento: Página web	Año: 2013
Objetivos: No especifica.	

Metodología

Contenidos:

“Por Qué Biotecnología ofrece:

- Capacitaciones docentes gratuitas.
- Recursos didácticos para enseñar biotecnología en los diferentes niveles de la enseñanza (primario, secundario y terciario). Desde sencillas láminas, videos y experimentos, hasta elaboradas guías de trabajos prácticos, cuadernos didácticos y un diccionario online de términos relacionados con la biotecnología y la biología molecular.
- Asesoramiento acerca de la enseñanza de la biotecnología en la escuela.
- Participación en eventos relacionados con la educación y la divulgación de las ciencias (ferias, congresos, talleres en museos, etc.)”p. 1

Algunas publicaciones:

ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). (2012). Consideraciones didácticas para enseñar biotecnología. De qué hablamos cuando nos referimos a la biotecnología en el aula. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de <http://www.porquebiotecnologia.com/adc/uploads/pdf/> Otras de las aplicaciones didácticas es el cuaderno de biotecnología:

“Cada edición aborda un tema específico de biotecnología e incluye información teórica, ejercicios, bibliografía de consulta y consideraciones metodológicas para enseñar dicho tema en el aula, especialmente en los niveles secundario, últimos años de primaria y los niveles introductorios de carreras terciarias” p.5.

A continuación, se presentan aquellos relacionados con la enseñanza de la biología

molecular:

Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N° 3 ADN, genes y código genético. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>.

Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 32 Los ácidos nucleicos, estructura y función. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 25 La biotecnología y el desarrollo de nuevos fármacos. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 69 ADN detective. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 67 Introducción a técnicas de biología molecular y de ingeniería genética. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 65 El nacimiento de la biología molecular: El descubrimiento de la estructura del ADN. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 103 Divulgación Científica y la Enseñanza de Ciencia y Tecnología. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué

biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 18

Elaboración de una planta transgénica: Técnica de *Agrobacterium tumefaciens*. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N° 34 Las enzimas de restricción: las "tijeras moleculares" de los ingenieros genéticos. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>. Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N.º 49 Proteínas recombinantes. Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno>.

Instrumentos No Aplica
Resumen No aplica
Citación Normas Apa Argenbio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). (2013). Porque biotecnología programa educativo de ArgenBio. Recuperado el 10 de mayo de 2013, de http://www.porquebiotecnologia.com/

Ficha Bibliográfica N 12	Fecha: Agosto del 2017.
Título: CONFLICTOS DE LAS CTS DERIVADOS DEL ESTUDIO Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DEL ADN RECOMBINANTE	
Autor. Anónimo	
Tipo de Documento: Página web	Año: 2017

Metodología

- La ciencia no es neutral ha convertido en recursos estratégicos políticos económicos para los estados como para las industrias.
- Cambio tecnológico está acentuado en la base de muchos problemas ambientales y sociales.
- Retórica tecnocrática de intereses políticos y económicos.
- Igualmente se da la necesidad de abrir la caja negra del enfoque economicista los juicios de valor oculto bajo la preeminencia fáctica de la búsqueda de mayores rendimientos o la excelencia técnica.

Instrumentos

No aplica

Resumen

Biotecnología y relación con la sociedad debe en primer lugar de ocuparnos por la tecnología horizontal posee la capacidad de afectar prácticamente todos los sectores de la actividad humana.

Por eso es las tecnologías que posee mayor interés económico y relevancia social en el contexto de finales del segundo milenio.

El desarrollo de la biotecnología se produce precisamente en este nuevo contexto sociopolítico. Al ser un ámbito relacionado con la vida, la biotecnología posee una gran inmersión simbólica, esto es, afecta la comprensión de los procesos biológicos y de nosotros mismos como seres vivos.

Es una tecnología que está relacionada con mayor debate en nuestros días con la biodiversidad, la transferencia de tecnologías, los derechos de propiedad, el desarrollo sostenible.

SE FUNDAMENTAN:

Aspectos éticos relacionados con la vida humana en la práctica médica, el diagnóstico y consejo médico. La secuenciación del genoma humano

Aspectos jurídicos relacionados con los posibles efectos de la diseminación de organismos modificados genéticamente.

Implicaciones para la seguridad y la salud de los trabajadores de empresas biotecnológicas y de sus productos.

Todo ello forma parte de un proceso de aprendizaje que debe ser conformado por la participación en el conflicto y el debate tanto de los sectores directamente implicados como de la ciudadanía en su conjunto. (moreno & lizo en 1992)

Las nuevas reglas de juego deben garantizar que los efectos adversos de las tecnologías sean menos dañinos que si se dejara libre competencia para todos. Dichas reglas deberían establecerse antes de que los intereses invertidos adquieran privilegios y de modo que la lucha competitiva no amenace con sus aplicación compulsiva e indiscriminada. De ahí, la necesidad que el aprendizaje social garantice una retroalimentación continua que haga que la evolución del sistema tecnológico y económico se adapte a las necesidades sociales y no amenace la viabilidad ecológica.

Hay que gestionar adecuadamente los posibles beneficios frente a los riesgos potenciales, A menudo, desde el mundo rico se acentúan unos riesgos hipotéticos mientras que se nos olvida la parte positiva que se podría acarrear al tercer mundo.

Tratado sobre la diversidad biológica (CDB) enmarcado de la cumbre de río sobre medio ambiente y desarrollo 1992.

Citación Normas Apa

No aplica

Ficha Bibliográfica N 11	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, Agro-Bio	
Autor. AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola)	
Tipo de Documento: WEB	Año: 2017
Metodología No aplica	
Instrumentos No aplica	

Resumen

Contenidos:

“Somos una asociación sin ánimo de lucro, fundada en el 2000, dedicada a informar, educar, divulgar y promover la biotecnología agrícola moderna en los países de la región andina, En la Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, Agro-Bio, trabajamos de la mano con organizaciones interesadas en la educación, fomento, investigación, desarrollo, producción y comercialización de la biotecnología agrícola moderna en la región. Creemos en los derechos que tiene todo ciudadano a estar informado, a acceder a los beneficios de la biotecnología y a decidir sobre su aceptación. Por esta razón, brindamos información veraz, oportuna y con respaldo científico y ético” p. 1

Objetivos:

“Informar de manera veraz, oportuna y con respaldo científico a la comunidad andina y a todas aquellas personas interesadas acerca de la biotecnología agrícola moderna. Educar y capacitar a diversos sectores representativos de la sociedad como lo son el gobierno y autoridades, la academia, los medios de comunicación, la industria, los agricultores y demás interesados. Divulgar con rigor científico y ético los avances de la biotecnología agrícola moderna contribuyendo al derecho que tiene todo ciudadano de estar informado. Participar de manera activa en la construcción del diálogo referente a la regulación, aprobación, investigación, adopción y usos de la biotecnología agrícola moderna” p. 2.

Citación Normas Apa

AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) (2005). Biotecnología: Mitos y Realidades. Programa de educación en biotecnología agrícola

Ficha Bibliográfica N 12	Fecha: Agosto del 2017.
Título: REFLEXIONES SOBRE ORGANISMOS TRANSGÉNICOS Y SUS IMPLICACIONES BIOÉTICAS	
Autor. Eduardo Lander	
Tipo de Documento: Artículo	Año: 2013
Metodología NO aplica	
Instrumentos. NO aplica	

Resumen

Los OMG polémica, la bioética recurre al principio de precaución, asegurándose así un mínimo de seguridad sobre una duda razonable; sin embargo, la bioética no sólo debe tomar en cuenta los factores de salud y ambiente, sino muchos otros efectos implícitos en la producción de los OGM, como lo son, el monopolio de semillas, costo para el agricultor y otros factores que no aseguran que realmente estas biotecnologías puedan beneficiar a la gran masa de seres humanos que sufren hambre en el mundo.

EFFECTOS QUE PUEDEN TENER LOS ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS:

- Se cuestionan por su posible efecto sobre la salud del consumidor y por otra, sobre el ambiente y la alteración de la biota. No se sabe las consecuencias que puede atribuir estas técnicas a las generaciones futuras (las consecuencias de esas nuevas tecnologías,
- no sólo para las generaciones actuales, sino también para las generaciones futuras)
- En todo esto intervienen diferencias culturales, intereses económicos implicados en cualquier desarrollo biotecnológico y, paralelamente, la acción o repercusión social de estas nuevas tecnologías en sociedades menos desarrolladas técnicamente; al respecto, se encuentran fuertes críticas a favor y en contra del uso de plantas y animales modificados bajo las técnicas de la ingeniería genética.
- En la era del conocimiento uno de los problemas viene representado por los adelantos científicos, en especial los relacionados con la Biología, muestra de ellos, son las biotecnologías las cuales han suscitado una serie de beneficios que han venido asociados con toda una polémica de índole social. Esta problemática científica ha sido el marco para la aparición de una disciplina relacionada: La Bioética o ética para la vida

(Potter 1970)

- ¿Que es la bioética? "la disciplina encargada del análisis de los avances y utilización de las ciencias y tecnologías, para proponer orientaciones éticas aplicables que las armonicen con el respeto a la dignidad humana y a la protección y conservación del medio ambiente, las especies y la naturaleza" (pág. 16)
- Una reflexión bioética exige manejar conocimiento de los fundamentos biológicos y tecnológicos del problema que se desea analizar.
- El término transgénico (OGM) es aplicado al organismo (animal, vegetal o bacteriano) o al producto obtenido a partir de ellos que surge al incorporar material genético procedente de un ejemplar de su misma especie o de otra. La transgénesis constituye una construcción genética artificial cuyo procedimiento básico contempla:

CONSECUENCIAS QUE PUEDEN TRAER LOS TRANSGÉNICOS:

1.-Cuando se introduce un gen en una planta o tejido por el procedimiento descrito, la integración del gen transferido (transgen) puede ubicarse, en principio, en cualquier parte del genoma. Existe pues la posibilidad de que el gen introducido se encuentre bajo el control, positivo o negativo, de elementos genéticos de la planta receptora que modifiquen su actividad. Esto es conocido como efecto de posición.

2- Cuando se utiliza un plásmido en Ingeniería Genética, entre las características óptimas que éste debe poseer, se encuentra la de conferir a la célula hospedadora resistencia a determinados antibióticos, lo que permite identificar fácilmente aquellas bacterias que los contienen, como es el caso del plásmido pBR 322 de la bacteria *Escherichia coli*, el cual tiene: elementos para su replicación, el gen que confiere resistencia al antibiótico ampicilina y el gen que confiere resistencia al antibiótico tetraciclina.

3- Puede presentarse la posibilidad que al introducir un gen en una especie ocurran respuestas

no predecibles, o efecto pleiotrópico, en el cual el gen puede dar más de una respuesta fenotípica.

4- - Otro aspecto de la transgénesis que inquieta a muchos estudiosos del tema, lo presentan los organismos (o virus) utilizados en el proceso de formación de plantas transgénicas.

PERSONAS QUE PELEAN CONTRA LOS TRANSGÉNICOS DICEN QUE :

(a) uso de argumento poco sustentados en investigaciones realmente técnicas; (b) manifestación de un evidente interés por comercializar los productos mediante estrategias poco claras que han generado desconfianza en los consumidores; (c) los resultados con algunas variedades no han sido las esperadas. en este sentido,

Palmgren (1997) que lo bueno de la biotecnología es que ahora se pueden conocer los genes envueltos en muchos pasos del procesamiento de las plantas transgénicas, lo que podría representar la fábrica de un ambiente “verde” para el futuro; pero también este conocimiento, que permite transformar plantas, tiene una tecnología demasiado lenta, ineficiente e impredecible.

Riesgo la introducción de plantas y alimentos transgénicos.

- USO DE AGROQUÍMICOS: Aparentemente el uso repetido de un solo herbicida puede provocar una evolución de la resistencia de las malezas al producto.
- EFECTOS DE Bt: El fenómeno de aparición de resistencia como respuesta evolutiva de las plagas que se desea eliminar,

- crea la necesidad de un uso progresivo de mayores cantidades de agroquímicos cada vez más Reflexiones Sobre Organismos Transgénicos.

- Así mismo, la bacteria puede persistir por mucho tiempo en el suelo y así afectar a los microorganismos que favorecen la fertilidad del mismo. La transferencia horizontal de ADN modificado a los microorganismos del suelo puede afectar también su fertilidad a largo plazo.

- Monocultivos. El uso de monocultivos transgénicos y sus efectos sobre la microbiota del suelo, contaminación del mismo, plagas y malezas que se transforman en “superplagas” y “supermalezas” (misma diversidad)

- Caracteres no deseables y alteraciones ecológicas. La transmisión de los transgenes a otros organismos por cruce con especies emparentadas o mediante vectores como bacterias o virus, pueden derivar en la propagación de una característica no deseable en especies silvestres o en otras especies agrícolas, por ejemplo cuando múltiples copias de un transgen pueda llevar a la pérdida de la expresión de alguna de las copias del mismo, alterando la expresión de ese gen. (Flavell 1994)

- El riesgo de contaminación genética debe tomarse en cuenta ya que es irreversible, a

diferencia de otros tipos de contaminación; pues por ejemplo al suspender el uso de un químico disminuye el efecto, pero cuando un gen extraño se mezcla con los genes nativos es imposible recogerlo.

Riesgos en humanos Como se señaló, los plásmidos pueden llevar genes que confieren resistencia a antibióticos no siendo aún demostrada la no transferencia de esta característica hacia bacterias existentes en el organismo humano, lo que causaría una amenaza a la salud pública. “no se han realizado suficientes estudios experimentales sobre los potenciales efectos adversos de los alimentos modificados genéticamente en la salud animal, ni por supuesto en la humana, que puedan servir de base para justificar

la seguridad de esos productos”

En este aspecto, la bioética debe buscar la máxima certeza probabilística de integridad de la vida en sus diversas formas, sin caer en la utopía de pensar que el desarrollo biotecnológico pueda ocurrir con un riesgo cero.

El principio de precaución. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas efectivas para impedir la degradación del medio ambiente.

Este principio no sólo se asocia con los riesgos a corto y mediano plazo, sino que va más allá y se refiere incluso a la responsabilidad que la sociedad actual tiene sobre el bienestar de las generaciones futuras. Todo lo referido a la aplicación de este principio conlleva un fuerte compromiso político y exige un firme fundamento legal que lo sustente, formando parte de cualquier programa de bioseguridad.

El supuesto aporte para el desarrollo de los pueblos representado por el uso de las plantas transgénicas, que se traduciría en beneficios sociales, aparentemente no va por esa vía ya que unas pocas multinacionales monopolizan la producción, como es el caso de las compañías Monsanto, Novartis, Pioneer y Agrevo quienes responden por la gran mayoría de las semillas de variedades transgénicas en el mundo.

Si estas variedades vinieran a sustituir a las tradicionales y a las convencionalmente mejoradas, estaría la sociedad subordinada a los intereses de estas empresas.

Con la tecnología "Terminator" (crear semillas estériles), y la tecnología "Traitor" (crea semillas que se vuelven fértiles previa la aplicación de un insumo vendido por la misma empresa), las empresas transnacionales no sólo impondrán los precios que quieran, sino que, incluso, controlarán una producción nacional en función de los intereses económicos internacionales, ignorando el interés público.

El costo de la tecnología asociada a los transgénicos es alto, por ello cada año las semillas son más caras y, ante la imposibilidad de usar las semillas de sus propias cosechas, los agricultores deben comprarlas todos los años a las empresas dueñas de las patentes. Así mismo, las empresas que venden las semillas transgénicas proporcionan también los agroquímicos asociados, los cuales además han inducido que las plantas se hagan resistentes a ellos y así se incrementa el mercado de esos productos químicos, quedando el control de la seguridad alimentaria en pocas manos. Esta situación, desde el punto estratégico y político, no le conviene a los estados quienes están continuamente presionados por las compañías biotecnológicas.

Con la biotecnología actual tampoco se está llegando a alimentar al mundo, más sí se está poniendo en peligro el ambiente y corroborando una vez más que el hambre en el mundo no es causada por baja producción de alimentos, sino por un mal reparto de los recursos.

Citación Normas Apa

Lander, Y. F., & de Reyes, E. C. (2003). Reflexiones sobre organismos transgénicos y sus implicaciones bioéticas. *Paradigma*, 24(1), 117-136.

Ficha Bibliográfica N 13	Fecha: Agosto del 2017.
Título: CAMBIO CONCEPTUAL SITUADO Y CICLO DE APRENDIZAJE: UNA UNIDAD DIDÁCTICA CENTRADA SITUACIONES DADAS EN LOS CULTIVOS DEL BANANO PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE ADN EN EL GRADO NOVENO	
Autor. JARINSON ECHEVARRIA	
Tipo de Documento: TESIS MAESTRÍA	Año: 2016
Metodología: Echavarría (2016) en su trabajo “Cambio conceptual situado y ciclo de aprendizaje: una unidad didáctica centrada situaciones dadas en los cultivos del banano para la enseñanza del concepto de ADN en el grado noveno” realiza una propuesta didáctica sobre la enseñanza del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), interpretado desde la perspectiva del Cambio Conceptual Situado (CCS), que es una teoría de aprendizaje con fundamentos tanto del Cambio Conceptual como de la Cognición situada.	

Instrumentos: Enfoque Cualitativo: Encuesta y Entrevista.

Resumen

El estudio pretende aportar a las consideraciones respecto a la influencia del contexto sobre el aprendizaje de conceptos asociados a las ciencias Naturales desde la enseñanza del concepto ADN.

Asimismo, el estudio en indicar cómo las situaciones relacionadas con el cultivo del banano fueron importantes para el aprendizaje, en la medida que, representaron un elemento que favorece las motivaciones, despierta el interés y genera sentimientos positivos respecto al concepto del ADN. (Echavarría, 2016) La realización de este trabajo contribuye desde el planteamiento de una nueva mirada de la enseñanza del ADN integrando las dinámicas del contexto lo que fortalece esas relaciones de ambiente y el ADN que ayudaría a que los estudiantes desarrollen conexiones explícitas entre lo conceptual y la resolución de problemas desde las posibles implicaciones que tiene la manipulación genética en su contexto.

Citación Normas Apa

Echavarría, J. (2016). Cambio conceptual situado y ciclo de aprendizaje: Una Unidad didáctica centrada situaciones dadas en los cultivos de Banano para la enseñanza del concepto de ADN en el Grado Noveno. Universidad de Antioquia. Carepa, Antioquia.

Ficha Bibliográfica N 14	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones	
Autor. Robinson Roa Acosta, Édgar Orlay Valbuena Ussa	
Tipo de Documento: Artículo	Año: 2012
Metodología: NO aplica	
Instrumentos. No aplica	
<p>Resumen:</p> <p>Este artículo presenta elementos tenidos en cuenta desde la década de los ochenta, especialmente por países como Reino Unido y Estados Unidos de América, para incluir la educación en biotecnología en las escuelas y así responder a las exigencias sociales y de mercado. Se describen eventos que orientaron la constitución de la educación biotecnológica formal y sirvieron como base para su incorporación en otros contextos. Se hace un acercamiento a los resultados alcanzados hasta este momento, y a las actividades y propuestas establecidas para la educación en biotecnología. Se abordaron algunas de las primeras publicaciones que permitieron la aproximación a los conceptos y contextos que tuvieron lugar para que la biotecnología fuera parte de la educación en varios países del mundo. Se destaca la importancia de configurar la didáctica de la biotecnología y sus implicaciones en la formación de profesores, así como en sus</p>	

prácticas.

Citación Normas Apa

Roa, A. (2012). Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones.

Ficha Bibliográfica N 15

Fecha: Agosto del 2017.

Título: ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula?

Autor. Guillermo Chona Duarte Judith Arteta Vargas Sonia Martínez Ximena Ibáñez Córdoba Marlen Pedraza Guillermo Fonseca Amaya	Año: 2006
Tipo de Documento: Artículo.	
Metodología: No aplica	
Instrumentos. No aplica	

Resumen: La educación en ciencias demanda en la actualidad la realización de procesos de formación integral en los estudiantes, que promuevan el desarrollo de competencias para enfrentar el mundo cambiante. En este artículo se muestran los resultados de los aspectos relacionados con los profesores participantes en la investigación "Competencias científicas y formación en valores. Un estudio desde el pensamiento de los profesores de ciencias experimentales", orientan en los alumnos a través de sus prácticas de aula.

En varios artículos de Cárdenas (1998, 2000), y de Cárdenas y Sarmiento (2000), se hace el planteamiento general sobre la importancia de la educación en ciencias para el desarrollo humano y económico; ésta, según los autores, es un medio de humanización en que se reconoce la necesidad de que la juventud adquiera y practique ciertos conocimientos, habilidades intelectuales, valores y perspectivas científicas.

La habilidad intelectual, siguiendo a Cárdenas (1998), es el talento, capacidad y disposición para la comprensión de los conceptos y procedimientos científicos:

... la educación en ciencias propende al desarrollo de las siguientes capacidades a lo largo de la vida escolar de los alumnos: habilidades básicas, habilidades de procedimiento y habilidades investigativas. Igualmente, a través de la enseñanza de las ciencias es posible desarrollar algunas habilidades propias del dominio afectivo, como la capacidad de emitir juicios de valor, el respeto por la forma de pensar de los demás, la capacidad del trabajo en grupo, la tolerancia y la convivencia social" (Cárdenas, 1998, p.57)

Cárdenas y Sarmiento (2000) establecen tres niveles de competencia deseables para los estudiantes de educación básica y media:

El primero, en relación con "el reconocimiento y distinción del sistema básico de significación, que se encuentra asociado a los procesos de abstracción, conceptualización, y simbolización que realizan los seres humanos" (Cárdenas y Sarmiento, 2000, p. 201). En él se reúnen los códigos y formas de comunicación

particular de una disciplina.

- El segundo nivel hace referencia “a la interpretación y uso comprensivo; este nivel está asociado con el establecimiento de relaciones entre conceptos, el uso correcto de la mediación y el razonamiento lógico, lo cual permite la apropiación de un cuerpo de conocimientos básicos acerca de los temas estudiados. En este nivel de competencia el estudiante reconoce y utiliza las nociones aprendidas en distintos contextos”. (Cárdenas y Sarmiento, 2000, p.202).

- El nivel tres, argumentación y síntesis, “... se manifiesta en el ejercicio de la intuición y la creatividad. El estudiante avanza más allá del conocimiento aprendido intuyendo e imaginando otras posibilidades de realización o explicación” (Cárdenas y Sarmiento, 2000, pp. 202-203).

Escobedo (2001, p. 47), establece que “... desde la perspectiva de la educación para ser competentes en un determinado campo, es necesario conocer y comprender, poder cooperar armónicamente con los demás, ser sensible a los problemas del campo y sentir gusto en trabajar para tratar de resolverlos”. En esta aproximación se reconoce una cualidad de la competencia y es su utilidad en la resolución de una tarea o problema.

Las competencias de pensamiento reflexivo y crítico se entienden como la capacidad que tiene un sujeto de desarrollar procesos cognitivos que van más allá de la selección y procesamiento de la información, permitiéndole integrar creativa y propositivamente los saberes frente a nuevas situaciones, resolviendo problemas desde una postura crítica, ética y de construcción de significados contextualizados.

Con respecto a los procesos cognitivos, (Cárdenas, 1998), se consideran entre otros la seriación, clasificación, discriminación, análisis y síntesis, que no se desarrollan en abstracto sino a través de las mismas actividades de clase en relación con un objeto de estudio. La postura crítica implica que, además de comprender los fenómenos, se construya una mirada particular en torno a la ciencia misma y sus implicaciones en la

sociedad, reconociéndose como un sujeto dentro del mundo natural y social. La construcción de significados está ligada al reconocimiento, contrastación e interpretación que hace el sujeto de diversas fuentes de información, elaborando su propio universo de comprensión sobre los eventos y fenómenos naturales.

Citación Normas Apa

Cárdenas, F. (1998). Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias. Revista TEΔ , Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Ficha Bibliográfica N 16	Fecha: Agosto del 2017.
Título: Agrosavia: Corporación colombiana de investigación agropecuaria	
Autor. N/A	Año: 2017
Tipo de Documento: WEB	
Metodología: No aplica	
Instrumentos. No aplica	

Resumen:

“La Subgerencia de Análisis y Diagnóstico cuenta con dos direcciones técnicas; Dirección Técnica de Análisis y Diagnóstico Veterinario y la Dirección Técnica de Análisis y Diagnóstico Agrícola. Estas

Direcciones se apoyan en una red de laboratorios compuesta por 26 Centros de Diagnóstico Pecuario, 14 agrícolas, un sistema de laboratorios de referencia y un laboratorio de Bioseguridad Nivel 3A, como base del diagnóstico y de la vigilancia epidemiológica para la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades en cultivos y animales. La red de laboratorios presta sus servicios mediante el cumplimiento de los principios de eficiencia, eficacia y transparencia” p.1.

“En los laboratorios del ICA se identifica, caracteriza y confirma la presencia de agentes patógenos y contaminantes en la producción Agropecuaria del país; además, administra los servicios prestados por los laboratorios de referencia y de la red pública en materia de sanidad animal y el control de los insumos necesarios para la producción, comercialización, importación y exportación” p.2.

“En coordinación con la Subgerencia de Regulación Sanitaria y Fitosanitaria, la Subgerencia de Análisis y Diagnóstico proyecta las normas científicas, técnicas y administrativas que sean aplicables para el fortalecimiento de la red nacional de laboratorios, las medidas de bioseguridad necesarias para garantizar el manejo seguro de muestras; el plan integral de manejo de residuos, los estándares de calidad, los requisitos para los laboratorios de referencia y los de la red, parámetros de auditoría y demás normas que sean aplicables” p.3.

“De manera oportuna, la subgerencia suministra a otras dependencias del ICA, tanto de la parte animal como vegetal, la información correspondiente al servicio de diagnóstico a fin de ser incorporada al sistema de información y vigilancia epidemiológica” p.4.

“Da soporte en el desarrollo de actividades diagnósticas a las demás subgerencias

Técnicas, y demás entidades del sistema Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Establece un sistema de acreditación, autorización, delegación y cooperación que adopte el Instituto para aumentar la cobertura, mejorar la oportunidad y efectividad de la protección y regulación sanitaria y fitosanitaria, para las pruebas específicas que el Instituto considere pertinentes” p.5.

Citación Normas Apa

Acceso al documento: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Default.asp>

Ficha Bibliográfica N 18	Fecha: Agosto del 2017.
IMPLICACIONES AMBIENTALES DEL USO DE TRANSGÉNICOS EN COLOMBIA	
Autor. JOSE EDWIN CUELLAR SAAVEDRA	Año: 2010
Tipo de Documento: Tesis	
<p>Metodología: El estudio realizado se puede clasificar dentro del tipo denominado básico, con una combinación de técnicas descriptivas, analíticas, interpretativas y deliberativas del objeto de estudio. Las fuentes usadas fueron secundarias, las cuales permitieron desarrollar cada uno</p> <p>de los momentos y apartes. Los instrumentos metodológicos básicos que sirvieron de fuente para construir esquemas de recolección de información y análisis fueron: Árbol de problemas y de objetivos, matriz de marco lógico, matriz de Vester, análisis conceptual de contexto, análisis integrado del territorio, investigación cualitativa, matriz DOFA y enfoque TESO de intervención organizacional.</p>	
Instrumentos.	

Resumen:

Este fragmento del mito de Prometeo permite plantear que los seres humanos una vez se apoderan del conocimiento no necesariamente saben qué hacer con él. Desde la adquisición del fuego hasta el conocimiento y manejo del ADN recombinante los seres humanos han logrado, más que otras especies, el desarrollo de varias capacidades, no sólo para sobrevivir, sino para adaptarse a distintos ambientes y más propiamente transformarlos a sus intereses y necesidades. Con el siglo pasado se inauguró, lo que J. Rifkin llama, “El siglo de la Biotecnología” marcando el fin de la era industrial; ahora la especie humana despliega su saber-poder-tener hacia el aprovechamiento de los recursos con mayor eficacia. Pero tiene un obstáculo grande, la crisis ambiental cuya máxima expresión es el cambio climático global y junto a ella otras crisis, ahora más visibles: la crisis alimentaria, la crisis del agua potable y consumible y la vieja crisis de la apropiación de territorios de los desplazados. Obstáculo que para algunos puede sonar más bien a reto, de forma tal, que no sólo se evidencian las crisis sino, también su superación. Aunque, hay que dimensionar o al menos hacer caer en la cuenta de que estas crisis y otras más, se han gestado desde pensamientos hegemónicos y absolutistas, como una vertiente o expresión de la modernidad; aquella donde la prepotencia humana, el interés de poder dominar, el tener conocimiento y el placer del capital han dominado prioritariamente el mundo occidental, tanto en prácticas cotidianas, militares, educativas como políticas, entre otras.

Dejando la era industrial con una enorme “crisis industrial”, y viviendo ahora la era de la biotecnología, a través de lo que se denomina la ingeniería genética, se está desarrollando una nueva transformación de la base biológica de la vida y de las condiciones sociales de muchos países, lo que posibilitará, según algunos, una reducción de la pobreza y del hambre; razón que refuerza la adopción de la biotecnología con mayor rapidez. Sin embargo, J. Rifkin hace caer en la cuenta de que la relación entre conocimiento biotecnológico y poder, o más concretamente, entre tecnología genética y el presumible control sobre los planos hereditarios de la vida misma conlleva riesgos importantes

Citación Normas Apa

Cuellar, J. (2009). Implicaciones ambientales del uso de transgénicos en Colombia. Presupuestos básicos, desde un escenario académico, para la elaboración de lineamientos de un programa de gestión ambiental en agricultura transgénica. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Ficha Bibliográfica N 18	Fecha: Agosto del 2017.
Riesgos y preocupaciones sobre los alimentos transgénicos y la salud humana	
Autor. Orlando Acosta	Año: 2002
Tipo de Documento: Artículo	
Metodología: N/A	
Instrumentos. N/A	

Resumen: La tecnología transgénica en la agricultura se ha visto recientemente implicada en un intenso debate entre dos corrientes opuestas. Algunas organizaciones no gubernamentales (ONG) consideran esta tecnología como de alto riesgo para la salud, el ambiente y la economía de los países no desarrollados. Por el contrario, la comunidad científica ha respaldado públicamente esta tecnología asegurando que la clave para su aceptación es la educación.

Aunque los alimentos genéticamente modificados (GM) poseen el potencial de proveer beneficios en calidad alimentaria, salud y ambiente, es necesario considerarlos dentro de estrictos protocolos de bioseguridad. No obstante, la ausencia de evidencias acerca de que los alimentos transgénicos son más peligrosos para la salud que los alimentos convencionales, aquellos transgénicos deben ser examinados con las metodologías científicas más rigurosas disponibles. Esta revisión se centra en el efecto potencial de los alimentos transgénicos sobre la salud humana.

Citación Normas Apa

Acosta, O. (2002). Riesgos y preocupaciones sobre los alimentos transgénicos y la salud humana. *Revista colombiana de Biotecnología*, 4(2), 5-16.

ANEXO 3. ENCUESTA PREGUNTAS ABIERTAS A ESTUDIANTES DE NOVENO DEL COLEGIO NICOLÁS BUENAVENTURA.

Para conocer las ideas previas y el nivel de argumentación de los estudiantes sobre la temática, se necesita que resuelva el siguiente cuestionario.

1. ¿Qué entendemos por transgénicos u organismos modificados genéticamente?

2. ¿Has escuchado algún ejemplo de transgénicos? De ser afirmativa la respuesta menciónalos.

3. ¿Compraría o utilizaría usted un producto transgénico?

4. ¿Cómo crees que se realiza un transgénico?

5. ¿Cuántos alimentos transgénicos crees que existen? Da ejemplos de algunos.

6. ¿Crees que los transgénicos son perjudiciales para la salud y el ambiente?

ANEXO 4: CATEGORIZACIÓN DE MAPAS MENTALES DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO DEL COLEGIO NICOLÁS BUENAVENTURA.

	Categorización de Mapas mentales.		
Mapa	Concepto estructurante	Conceptos de Relación	Descripción
1	Aplicativos de transgénicos	Medicina, Agricultura, Industrial	Solo reconoce estos 3 campos de acción
	Tipos	Introducción de genes	Solo reconoce la introducción de un gen
	Ejemplos	yuca	Los ejemplos que afirman solo son en plantas
		Girasol	
2	Definición	Organismos Modificados Genéticamente	Tienen claro que son lo mismo y saben sintetizar

	Beneficios	Económicos debido a que hay mayor producción	Se centran solo en el campo económico por lo que saben que solo se benefician algunos
	Aplicaciones	Medicina, Agricultura, Industrial	Muestran solo 3 campos de acción
	Origen	Animal o Vegetal	No es claro el origen siguen reconociendo solo estos dos reinos
	Desventajas	Contaminación, Cáncer, Mucho de lo mismo.	Reconocen que puede contaminar el ambiente y hacer daño a la salud
	Proceso	ADN Recombinante	Expresan el proceso el cual se obtiene los OGM
3	Aplicaciones	Ambiente, Agricultura, medicina, Industrial, Social y Cultural	Reconocen los principales campos de Aplicación
	Ejemplos	Girasol, Flores e insulina	Dan ejemplo de cada tipo de transgénico

	Tipos	Introducción, Sobreexpresión e Inhibición	Reconocen los tres tipos de transgénicos
	Definición	Alteración genética a cualquier ser vivo	Reconocen el principio de los OGM
	Ventajas	Mayor calidad en los productos	Reconocen la principal ventaja en los alimentos genéticamente modificados
	Desventajas	Mutaciones y creación de enfermedades	Reconocen las mutaciones como algo negativo que puede causar nuevas enfermedades
	Proceso de Creación	Recombinación Genética y Expresión Génica	Reconocen dos de los principales pasos para obtener DNA Recombinante
4	Aplicaciones	Ambiente, Agricultura, medicina, e Industrial	Reconocen las aplicaciones de los campos científicos menos el social
	Tipos	Introducción, Sobreexpresión e Inhibición	Reconocen los tres tipos de transgénicos
	Ejemplos	Manifiestan en Animales y plantas	Solo reconoce dos reinos de Aplicación de los transgénicos

	Proceso de Creación	DNA Recombinante	Reconocen el proceso como se obtienen los Organismos Modificados Genéticamente
5	Aplicaciones	Ambiente, Agricultura, medicina, e Industrial	Reconocen las aplicaciones de los campos científicos menos el social
	Tipos	Introducción, Sobreexpresión e Inhibición	Reconocen los tres tipos de transgénicos
	Desventajas	Pérdida de Especies y diversidad	Solo manifiestan una desventaja que es una de las más criticadas
	Ventajas	Nuevas variedades de Alimentos	Reconocen la importancia OGM en la obtención de nuevos alimentos con mayor calidad Nutritiva
	Definición	Intercambio de genes	Tienen una definición errónea por lo que no aclaran el proceso y este intercambio puede ocurrir de manera Natural
6	Aplicaciones	Ambiente, Agricultura, medicina, e Industrial	Reconocen las aplicaciones de los campos científicos menos el social

	Tipos	Introducción, Sobreexpresión Inhibición	e Reconocen los tres tipos de transgénicos
	Proceso de Creación	DNA Recombinante	Expresan el proceso el cual se obtiene los OGM

ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DE CUESTIONARIO Y MAPA DE SABERES PREVIOS

1. ¿Qué entiendes por transgénicos?

Un alimento transgénico es aquel que su material genético ha sido modificado genéticamente por los humanos.

2. ¿Has escuchado algún ejemplo de transgénicos? De ser afirmativa la respuesta menciónalos.

Si, los trans es un otro ejemplo de un alimento transgénico es que se aplican algunos virus diferentes.

3. ¿Compraría usted un producto transgénico?

Si, si comprara un alimento transgénico.

4. ¿Cómo crees que se realiza un transgénico?

Como que para realizar un transgénico se le debe aplicar a los alimentos unas sustancias.

5. ¿Cuántos alimentos transgénicos crees que existen? Da ejemplos de algunos.

Como que existen varios transgénicos, queso, arroz, tomate, etc.

6. ¿Crees que los transgénicos son perjudiciales para la salud y el ambiente?

Como que los transgénicos son perjudiciales para el ambiente ya que se altera de manera directa a este...

Universidad Pedagógica Nacional

Colegio Nicolás Buenaventura

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

1. ¿Qué entiendes por transgénicos?

Algunas cosas ~~transgénicas~~ a la que se le pueden transplazar o que se transfieren sus genes, o que de alguna manera tienen ~~transformados~~ sus genes.

2. ¿Has escuchado algún ejemplo de transgénicos? De ser afirmativa la respuesta menciónalos.

No.

3. ¿Compraría usted un producto transgénico?

No, no sería algo saludable, no compraría algo modificado genéticamente por miedo de un proceso.

4. ¿Cómo crees que se realiza un transgénico?

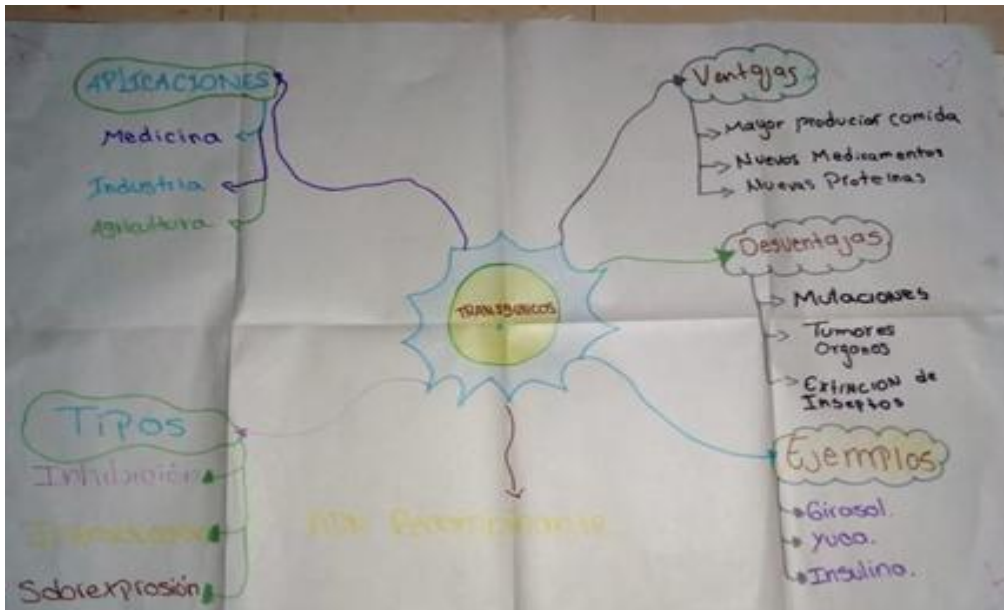
Actualmente hacen con un químico que se le inyecta al alimento o al cultivo, o no se.

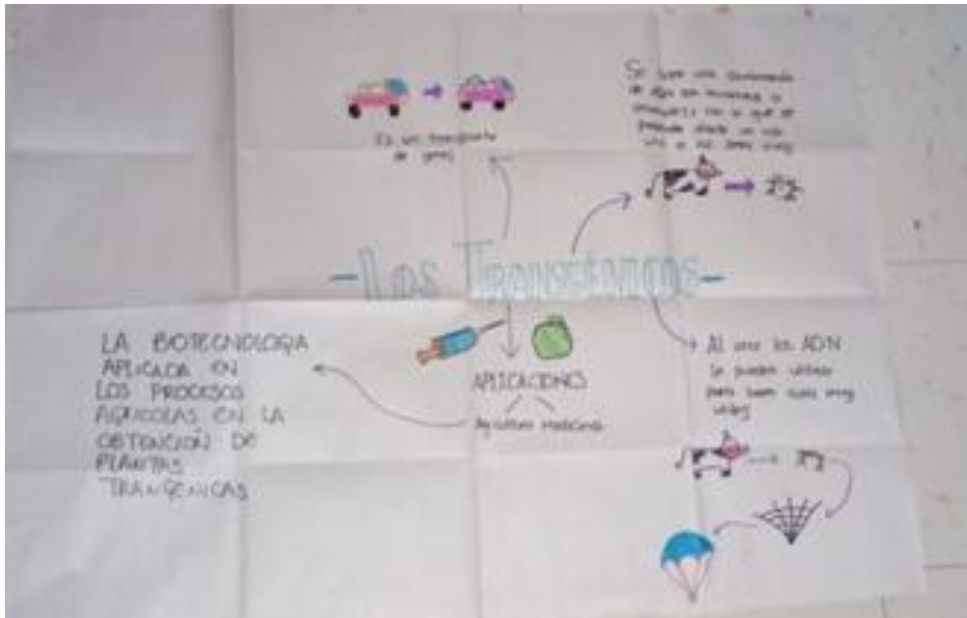
5. ¿Cuántos alimentos transgénicos crees que existen? Da ejemplos de algunos.

??

6. ¿Crees que los transgénicos son perjudiciales para la salud y el ambiente?


Pues si es algo modificado, puede que sí porque no hay nada mejor que lo ~~100%~~ Natural. Para el ambiente sí, en mayor caso de que se le ~~haya~~ el proceso a todo un cultivo.





ANEXO 6. VALIDACIÓN EXPERTOS

FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la *Unidad Didáctica: Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas*, asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.	5	
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	4	
Los conceptos son claros y explicativos.	3	
La presentación de los contenidos tienen una estructura adecuada.	4	
Los gráficos y figuras son claros y explicativos sobre el tema tratado.	4	
2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.	4	

La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados.	4	
La organización de la Evaluación es adecuada.	5	
Durante el proceso de la fomentación de habilidad argumentativa tiene la información adecuada para lograrlo.	4	
Las fuentes bibliográficas y referentes visibles.	5	
3. ACTIVIDADES		
El vocabulario utilizado es sencillo de comprender.	3	
Se distingue la pertinencia de las actividades conforme a las etapas de la Argumentación de Cárdenas (1998) (Conocimiento, Contextualización, Síntesis o Argumentación. (Ver Unidad Docente)	5	
La organización de las actividades es apropiada para el desarrollo del pensamiento Crítico.	4	
Durante el desarrollo de las actividades propuestas usted tiene control sobre el avance o retroceso de comprensión.	4	
La Unidad didáctica permite desarrollar habilidades básicas para problematizar la ciencia.	4	
4. EVALUACIÓN		
La evaluación es pertinente con el Modelo Pedagógico (Constructivismo Humano)	4	
La Unidad Didáctica permite trabajar los lineamientos que se presentan en el Ministerio de Educación Nacional para el Campo de Ciencias Naturales (Ver Unidad docente)	5	
Las temáticas planteadas motivan a los estudiantes al estudio de los Organismos Modificados Genéticamente.	4	

FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadoras de educadores

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la *Unidad Didáctica: Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas*, asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.	5	
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	4	
Los conceptos son claros y explicativos.	3	
La presentación de los contenidos tienen una estructura adecuada.	4	
Los gráficos y figuras son claros y explicativos sobre el tema tratado.	4	
2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.	4	

Educación Nacional para el Campo de Ciencias Naturales (Ver Unidad docente)		
Las temáticas planteadas motivan a los estudiantes al estudio de los Organismos Modificados Genéticamente.	5	En las actividades
5. ASPECTOS ESTÉTICOS :		
La exposición de cada uno de los contenidos de la Unidad Didáctica presenta una estructura adecuada	4	Mejorar y sintetizar definiciones
La presentación de la Unidad Didáctica resulta agradable para el lector.	4	Mucho contenido mejorar letra
Las gráficas y datos son pertinentes para la ayuda de los estudiantes.	4	Cambiar los que tienen mala definición
La presentación, diseño y los personajes son pertinentes para los estudiantes.	5.	
El color y tamaño de la letra es adecuada para el lector.	4	Letra muy grande

SUGERENCIAS:

Actuar en la Unidad del docente la argumentación
 Pictogramar el maestro como orientador y contribución
 en el trabajo
 Implementar para evidenciar si la unidad es
 viable o no la argumentación.

2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.	4	Relacionar el modelo "constructivista" con el enfoque.
La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados.	5.	
La organización de la Evaluación es adecuada.	4	Aclarar la evaluación en cada unidad.
Durante el proceso de la fomentación de habilidad argumentativa tiene la información adecuada para lograrlo.	3.	Falta aclararlo en la unidad del maestro no es explícito.
Las fuentes bibliográficas y referentes visibles.	5.	
3. ACTIVIDADES		
El vocabulario utilizado es sencillo de comprender.	4	Mejorar ortografía.
Se distingue la pertinencia de las actividades conforme a las etapas de la Argumentación de Cárdenas (1998) (Conocimiento, Contextualización, Síntesis o Argumentación. (Ver Unidad Docente)	5.	Se presenta en las actividades
La organización de las actividades es apropiada para el desarrollo del pensamiento Crítico.	4	Mejorar este pensamiento crítico en el contenido
Durante el desarrollo de las actividades propuestas usted tiene control sobre el avance o retroceso de comprensión.	5	Dejar que el maestro contribuya
La Unidad didáctica permite desarrollar habilidades básicas para problematizar la ciencia.	4	Si desde sus esquemas de Aprendizaje
4. EVALUACIÓN		
La evaluación es pertinente con el Modelo Pedagógico (Constructivismo Humano)	4	Aclarar tipo de constructivismo
La Unidad Didáctica permite trabajar los lineamientos que se presentan en el Ministerio de	5	Parte del docente



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.

NOMBRE

Zatolma Vollejo

DEL

VALIDADOR

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la Unidad Didáctica: *Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas*, asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.	5	
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	4	Falta desarrollar las Habilidades Argumentativas
Los conceptos son claros y explicativos.	4	Sintetizar más
La presentación de los contenidos tienen una estructura adecuada.	4	Mejorar letra.
Los gráficos y figuras son claros y explicativos sobre el tema tratado.	4	Quitar grafica del Buzo y Mecanismo plasmido 4.

5 ASPECTOS ESTÉTICOS :		
La exposición de cada uno de los contenidos de la Unidad Didáctica presenta una estructura adecuada	4,8	SI
La presentación de la Unidad Didáctica resulta agradable para el lector.	4,5	Hay muchas figuras infantiles y hay errores de redacción/ortografía
Las gráficas y datos son pertinentes para la ayuda de los estudiantes.	4,5	Hay gráficas difíciles de entender.
La presentación, diseño y los personajes son pertinentes para los estudiantes.	4,0	Aunque sea para niños, hay unas muy infantiles (para Kinder!!!)
El color y tamaño de la letra es adecuada para el lector.	4,5	Hay que mejorar, a veces muy grande y a veces muy pequeña.

SUGERENCIAS:

El título es redundante y ambiguo; un consejo de amigo: cambiarlo.*
el título hace alusión que se enseña manipulación genética: para nada, se enseñan conceptos. En la unidad falta el plasma.
Hay muchas "muecas" infantiles en la unidad para estudiantes lo que hace perder seriedad en la enseñanza de estos conceptos.
* una sugerencia para el título: Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza y desarrollo de habilidades argumentales en genética.

Prof. MARICIO SIENEGA
 OCT-08-2018.

→ Corregir: Pseudomonas putida
 Streptomyces griseus.

La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados.	4,8	Enseñante de conceptos: SI.
La organización de la Evaluación es adecuada.	4,8	SI.
Durante el proceso de la fomentación de habilidad argumentativa tiene la información adecuada para lograrlo.	4,8	Hay información muy compleja para estudiantes 9º
Las fuentes bibliográficas y referentes ^{son} visibles.	4,8	SI.
3. ACTIVIDADES		
El vocabulario utilizado es sencillo de comprender.	4,0	En algunas cosas no, falta el glosario.
Se distingue la pertinencia de las actividades conforme a las etapas de la Argumentación de Cárdenas (1998) (Conocimiento, Contextualización, Síntesis o Argumentación. (Ver Unidad Docente)	5,0	SI.
La organización de las actividades es apropiada para el desarrollo del pensamiento Crítico.	5,0	SI
Durante el desarrollo de las actividades propuestas usted tiene control sobre el avance o retroceso de comprensión.	5,0	SI.
La Unidad didáctica permite desarrollar habilidades básicas para problematizar la ciencia.	5,0	SI
4. EVALUACIÓN		
La evaluación es pertinente con el Modelo Pedagógico (Constructivismo Humano)	5,0	SI
La Unidad Didáctica permite trabajar los lineamientos que se presentan en el Ministerio de Educación Nacional para el Campo de Ciencias Naturales (Ver Unidad docente)	5,0	SI
Las temáticas planteadas motivan a los estudiantes al estudio de los Organismos Modificados Genéticamente.	4,5	Hay que mejorar algunas figuras para una mayor motivación

FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la Unidad Didáctica: *Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas*, asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.	4,5	La Unidad enseña conceptos de manipulación genética.
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	5,0	SI.
Los conceptos son claros y explicativos.	4,5	Para estudiantes grado 9, son muy complejos y confusos.
La presentación de los contenidos tienen una estructura adecuada.	4,5	Hay errores de redacción y ortografía.
Los gráficos y figuras son claros y explicativos sobre el tema tratado.	4,5	Algunos gráficos son confusos y hay figuras muy infantiles.
2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.	4,8	Falta resaltar la importancia para la sociedad

Educación Nacional para el Campo de Ciencias Naturales (Ver Unidad docente)	✓ 47	
Las temáticas planteadas motivan a los estudiantes al estudio de los Organismos Modificados Genéticamente.	✓ 47	
5. ASPECTOS ESTÉTICOS :		
La exposición de cada uno de los contenidos de la Unidad Didáctica presenta una estructura adecuada	✓ 50	
La presentación de la Unidad Didáctica resulta agradable para el lector.	✓ 50	
Las gráficas y datos son pertinentes para la ayuda de los estudiantes.	+/- 42	
La presentación, diseño y los personajes son pertinentes para los estudiantes.	+/- 45	
El color y tamaño de la letra es adecuada para el lector.	✓ 50	

SUGERENCIAS:

- Ortografía, ortografía, tiempos gramaticales - Se sugiere corregir el estilo
- Revisar si las gráficas en su totalidad son pertinentes, ya que la selección gráfica puede generar + temas y estructuras para el lector
- (✓) Promover imágenes de lo que es un transgénico y sus implicaciones, sociedad biotecnológica

2. ASPECTOS FUNCIONALES.		
Se evidencian parámetros del enfoque Ciencia Tecnología, Sociedad y ambiente.	✓ 50	
La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de los Organismos Genéticamente Modificados.	✓ 50	
La organización de la Evaluación es adecuada.	→ / - 45	
Durante el proceso de la fomentación de habilidad argumentativa tiene la información adecuada para lograrlo.	✓ 50	
Las fuentes bibliográficas y referentes visibles.	✓ 50	
3. ACTIVIDADES		
El vocabulario utilizado es sencillo de comprender.	✓ 45	
Se distingue la pertinencia de las actividades conforme a las etapas de la Argumentación de Cárdenas (1998) (Conocimiento, Contextualización, Síntesis o Argumentación. (Ver Unidad Docente)		
La organización de las actividades es apropiada para el desarrollo del pensamiento Crítico.	✓ 47	
Durante el desarrollo de las actividades propuestas usted tiene control sobre el avance o retroceso de comprensión.	✓ 50	
La Unidad didáctica permite desarrollar habilidades básicas para problematizar la ciencia.	✓ 50	
4. EVALUACIÓN		
La evaluación es pertinente con el Modelo Pedagógico (Constructivismo Humano)	✓ 50	
La Unidad Didáctica permite trabajar los lineamientos que se presentan en el Ministerio de		

FORMATO DE VALIDACIÓN PARA EXPERTOS.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
TESISTA: KARENT VANESSA ACEVEDO DIAZ.
DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.
NOMBRE _____ DEL _____ VALIDADOR _____

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el Departamento de Biología, no se divulgará la Unidad Didáctica hasta que esta sea aprobada por jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la *Unidad Didáctica: Los Organismos Modificados Genéticamente para la enseñanza de la manipulación genética fomentando el desarrollo habilidades argumentativas*, asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es pertinente la Unidad Didáctica para la enseñanza de la Manipulación Genética de los Organismos.	✓ 5	
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	✓ 5	
Los conceptos son claros y explicativos.	✓ 5	
La presentación de los contenidos tienen una estructura adecuada.	✓ 4.0	
Los gráficos y figuras son claros y explicativos sobre el tema tratado.	✓ 4.0	

5. ASPECTOS ESTÉTICOS:		
La exposición de cada uno de los contenidos de la Unidad Didáctica presenta una estructura adecuada	4	
La presentación de la Unidad Didáctica resulta agradable para el lector.	4	
Las gráficas y datos son pertinentes para la ayuda de los estudiantes.	3	
La presentación, diseño y los personajes son pertinentes para los estudiantes.	4	
El color y tamaño de la letra es adecuada para el lector.	5	

SUGERENCIAS:

Revisar la redacción del documento.

Nombre evaluador: Mauricio Pulido Jiménez

