

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

**Sergio Giovanni Bernal
2007210009
CC. 1015395671**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de ciencia y tecnología
Departamento de Biología
Línea de Investigación Biotecnología y Educación**

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

Sergio Giovanni Bernal

Trabajo para optar al título de Licenciado 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 Biotecnología y Educación**

Nota de Aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C agosto de 2013

DEDICATORIA

A mi abuela Ana Isabel Bernal la persona más maravillosa del mundo quien es mi maestra preferida a la cual le doy todo mi corazón, y todo de mí.

A mi novia Aidy Viviana Sánchez, mi hermana Martha Isabella y mis familiares por todos los momentos vividos, llenos de amor y cariño lo que compone mis motivaciones para vivir cada día.

Finalmente a mis amigos y en especial a William Ruiz por dedicarme tiempo con el cual demostró su preocupación por mí, para escuchar mis problemas, mi sufrir y ayudarme a descubrir que a pesar de los problemas hay que seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Silvia Rosy Gómez Daza por brindarme parte de su intelecto, su apoyo incondicional y valioso tiempo por los cuales mi agradecimiento no sería suficiente y espero en un futuro aunque pasen los años conservar sus enseñanzas y consejos en el corazón como lo siento ahora mi querida maestra.

A mis profesores de la universidad Lola Constanza Melo, Analida Hernández, Chona Duarte. Quienes contribuyeron con su experiencia y conocimiento a la validación de la unidad didáctica entregándome parte de sus conocimientos sin esperar retribución.

A los estudiantes de la materia introducción a la biotecnología, por haber participado activamente en todo el proceso de aplicación de la unidad didáctica a demás de permitir realizar las actividades propuestas.

A la Universidad Pedagógica Nacional y la línea de biotecnología y educación las cuales me brindaron la oportunidad de formarme como docente contribuyendo a mi crecimiento personal, al igual que la línea de biotecnología y educación.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Excellence in Education</small>	Formato	
	RESÚMEN ANÁLITICO EN EDUCACIÓN (RAE)	
Código: FOR020GIB		Versión: 01
Fecha de Aprobación: 20-08-2013		Página 1 de 2
1. Información general		
Tipo de documento	Trabajo de grado	
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central	
Título del documento	Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología Molecular	
Autor(es)	Sergio Giovanni Bernal / ser.giovanny@hotmail.com	
Director	Silvia Rosy Gómez Daza, Ms Microbiología	
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2013. 137p	
Unidad patrocinante	Línea de Investigación Enseñanza de la Biotecnología en Colombia. Departamento de Biología. Universidad Pedagógica Nacional.	
Palabras claves	Unidad didáctica, Biología Molecular, tecnología del DNA recombinante, enseñanza, DNA.	
2. Descripción		
<p>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.</p>		
3. Fuentes		
<p>En total 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).</p>		
4. Contenidos		
<p>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</p>		

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 del mismo; séptimo, se presentan resultados y análisis del trabajo; octavo y noveno, conclusiones y recomendaciones. Por último referentes bibliográficos y anexos.

5. Metodología

La metodología empleada en el proyecto es de tipo cualitativa donde se pretende situar los enfoques en las necesidades sociales y culturales específicas de la Universidad Pedagógica Nacional.

Para el desarrollo del proyecto se establecieron cuatro fases: 1. Contextualización y antecedentes. Donde se realiza una revisión exhaustiva de distintas fuentes documentales en relación a la enseñanza de la Biología Molecular, trabajos prácticos relacionados con la tecnología del DNA recombinante, el contexto de Colombia y la UPN en relación a la biología molecular. Y una encuesta de pregunta abierta dirigida a estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en biología. 2. Diseño de la unidad didáctica; se plantean los contenidos a trabajar, objetivos, temáticas, y actividades tanto para la construcción de la unidad del estudiante como la del docente. 3. Validación, evaluación y ajustes, aquí se diseñan unos formatos de validación el cual se implementó al grupo de estudiantes, de la clase de introducción a la biotecnología, maestros y especialistas en el área, de la UPN. Los ajustes estuvieron sujetos a las recomendaciones, validación y evaluación de la unidad.

6. Conclusiones

La unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular representa una alternativa para propiciar un acercamiento y comprensión de la temática, desde una propuesta del constructivismo humano ya que bajo esta propuesta se contextualiza el contenido creando situaciones donde los estudiantes del ciclo de profundización de la UPN puedan visualizar nuevas maneras de aprender. Contribuyendo a la proyección de nuevas formas de apropiación e incorporación de la enseñanza de la biología y las ciencias naturales en las aulas de clase, fortaleciendo la investigación pedagógica y didáctica en este campo atendiendo a las necesidades del sector educativo nacional.

Elaborado por	Sergio Giovanni Bernal / ser.giovanny@hotmail.com
Revisado por	Silvia Rosy Gómez Daza, Ms Microbiología
Fecha de elaboración del resumen	20-08-2013

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN (RAE).....	6
LISTA DE ANEXOS.....	10
LISTA DE GRAFICOS.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. GENERAL.....	15
2.2. ESPECÍFICOS.....	15
3. ANTECEDENTES.....	16
4. JUSTIFICACIÓN.....	22
5. MARCO TEÓRICO.....	24
5.1. UNIDAD DIDÁCTICA.....	24
5.1.1 Generalidades.....	24
5.1.2 Criterios para el Diseño de Unidades Didácticas.....	24
5.1.2.1 Criterios para la definición de finalidades/objetivos.....	25
5.1.2.2 Criterios para la selección de contenidos.....	26
5.1.2.2.1 ¿Qué tipos de contenidos?.....	26
5.1.2.2.2 Relaciones entre “ciencia de los científicos” y “ciencia escolar”.....	27
5.1.2.2.3 Significatividad social de los contenidos a seleccionar.....	27
5.1.2.3 Criterios para la organizar y secuenciar contenidos.....	27
5.1.2.4 Criterios para la selección y secuenciación de actividades.....	28
5.1.2.5 Criterios para la selección y secuenciación de actividades de evaluación.....	29
5.1.2.6 Criterios para la organización y gestión del aula.....	30
5.1.3 Enfoque pedagógico.....	30
5.2. BIOLOGÍA MOLECULAR.....	37
5.2.1 Tecnología del DNA recombinante.....	37

5.2.1.1 Extracción de DNA.....	39
5.2.1.2 Enzimas de restricción.....	37
5.3.1.3 Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).....	39
5.3.1.4 DNA Recombinante.....	40
5.3.1.5 Transformación bacteriana.....	41
6. METODOLOGÍA.....	41
6.1. Fase I. contextualización y antecedentes.....	42
6.2. Fase II. Diseño de la unidad didáctica.....	44
6.2.1. Diseño de la unidad docente.....	45
6.2.2. Diseño de la unidad estudiante.....	46
6.3. Fase III. Evaluación, validación y ajustes.....	47
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
7.1. Fase I. contextualización y antecedentes.....	49
7.2. Fase II. Diseño de la unidad didáctica.....	49
7.3. Fase III. Validación, evaluación y ajustes.....	51
7.3.1. Evaluación	52
7.3.2. Validación	52
7.3.2.1 Validación estudiantes.....	55
7.3.2.2 Validación docentes.....	55
7.3.3. Ajustes.....	56
8. CONCLUSIONES.....	61
9. RECOMENDACIONES.....	62
10. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	64
11. ANEXOS.....	65

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. FICHAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXO 2: FORMATO DE ENCUESTA.....	103
ANEXO 3: FORMATO DE VALIDACIÓN.....	104
ANEXO 4: FORMATO DE EVALUACION.....	105
ANEXO 5 EVIDENCIA DE ENCUESTA.	106
ANEXO 6 EVIDENCIA DE VALIDACIÓN DE CADA UNA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS REALIZADAS POR LOS ESTUDIANTES.	107
ANEXO 7 EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LAS UNIDAD TEMÁTICA TRANSFORMACIÓN BACTERIANA.....	112
ANEXO 8 EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LAS UNIDAD TEMÁTICA DNA RECOMBINANTE	118
ANEXO 9 EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LAS UNIDAD TEMÁTICA PCR.....	125
ANEXO 10 EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LAS UNIDAD TEMÁTICA ENZIMAS DE RESTRICCIÓN	128
ANEXO 11 EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LAS UNIDAD TEMÁTICA EXTRACCIÓN DE DNA	136
ANEXO 12: EVIDENCIA DE VALIDACIÓN DE CADA UNA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS REALIZADAS POR LOS DOCENTES.	138
ANEXO 13 UNIDAD DIDÁCTICA: TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE PARA LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA MOLECULAR (Ver documento adjunto)	143

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafica N°1. Respuestas de los estudiantes obtenidos tras la aplicación de la encuesta.....	44
Grafica N°2. Notas obtenidas para unidad temática extracción de DNA.....	47
Grafica N°3. Notas obtenidas para unidad temática Enzimas de restricción.....	48
Grafica N°4. Notas obtenidas para unidad temática PCR.....	48
Grafica N°5. Notas obtenidas para unidad temática DNA recombinante.....	48
Grafica N°6. Notas obtenidas para unidad temática transformación bacteriana.	48
Grafica N°7. Compilado de Notas obtenidas para la unidad didáctica.....	49
Grafica N°8. Compilado de validación obtenida por los estudiantes, correspondiente al contenido de la unidad didáctica.....	50
Grafica N°9. Compilado de validación obtenida por los estudiantes, correspondiente a la parte estética de la unidad didáctica.....	51
Grafica N°10. Compilado de validación obtenida por los docentes, correspondiente al contenido de la unidad didáctica.....	52
Grafica N°11. Compilado de validación obtenida por los docentes, correspondiente a la parte estética de la unidad didáctica.....	53

INTRODUCCIÓN

La Unidad Didáctica es una alternativa que puede utilizar el profesor para tener buenos criterios a la hora de seleccionar los contenidos y actividades que permitan mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno; siendo una base para la programación, por lo cual este proceso requiere el diseño de estrategias tanto metodológicas como conceptuales enriqueciendo los procesos de enseñanza contextualizados ya que responde, a una comunidad específica con necesidades concretas de aprendizaje. Con base en ello se plantea la temática Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología Molecular como DNA, enzimas de restricción, DNA recombinante, PCR, transformación bacteriana, dirigida a estudiantes del ciclo de profundización de la licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

El enfoque pedagógico que oriento el trabajo fue el *Constructivismo Humano*; por otra parte se realizó una contextualización en el Departamento de Biología y busco antecedentes para seleccionar los contenidos y proponer actividades teniendo en cuenta las particularidades de la universidad. Posteriormente se llevó a cabo el diseño y estructuración de la unidad didáctica tanto docente como del estudiante donde se ordenan los contenidos a enseñar, actividades específicas (introducción estructuración y aplicación) para cada temática, planificación de las clases y diseño de evaluación de la unidad. Por último se realizó un proceso de evaluación y validación con los estudiantes a los cuales se aplicó la unidad y dos especialistas (pedagógica y disciplinar) con el objeto de determinar su viabilidad y la realización de los ajustes pertinentes.

Se puede concluir que la unidad didáctica es viable, ya que emplea distintos contenidos contextualizados así como actividades secuenciadas fomentando la

participación, la comprensión el desarrollo de habilidades y conceptos pertinentes para la materia biología molecular de la UPN.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la Biología Molecular es una de las ramas de la biología que ha tenido un gran impacto en la sociedad por los diferentes campos como el agrícola, pecuario, médico, industrial, forense entre otros donde actúa. En consecuencia las universidades de todo el país se han visto en la necesidad de enseñar ésta disciplina articulándola a los currículos universitarios y proponiendo incluso nuevos programas académicos como: Maestría en Biología Molecular y Biotecnología de la Universidad de Pamplona, especialización en Biología Molecular y Biotecnología de la Universidad de Pereira, Énfasis en Biología Molecular para los programas de maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad Javeriana, Maestría en bioinformática de la Universidad Nacional entre otros.

Ante esta creciente expansión de programas universitarios que demandan la enseñanza de la Biología Molecular y la inclusión progresiva de temáticas afines en el bachillerato como biotecnología, educación ambiental, ingeniería genética, bioética etc. se hace necesario que los docentes en formación de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional se formen con un sólido conocimiento científico en el área y tengan la capacidad académica para afrontar los retos que demanda los adelantos constantes en el tema cuando ejerzan su profesión docente.

Sin embargo para incluir dichos contenidos en el aula requiere afrontar los problemas que se pueden presentar en la enseñanza de la Biología Molecular, entre los cuales se han identificado los siguientes:

1. Tradicionalmente los conocimientos en la biología se presentan y se transmiten como una colección de hechos, principios, leyes, reglas e interacciones lógicas, como un compilado de información dispersa generando en muchas ocasiones la confusión, dificultando a los estudiantes a la comprensión, lo que hace frecuente la desmotivación y falta de curiosidad en los estudiantes. (Sigüenza, A.F. y Sáez, M.J. 1990).
2. La Biología Molecular involucra saberes de alta complejidad epistemológica, cognitiva y empírica por ser un tema abstracto, dinámico y extenso, lo que dificulta tanto su enseñanza como aprendizaje. (Iñiguez, P. Francisco J. 2005).
3. Las propuestas didácticas en relación a la tecnología del DNA recombinante son muy limitadas y se restringen a talleres o trabajos prácticos de manera independiente dejando a un lado la diversidad de formas de aprendizaje de los estudiantes y las situaciones problemas que permiten contextualizar los contenidos.
4. En la encuesta aplicada a estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional se manifiesta: a). Las temáticas se presentan de manera desarticulada en los libros b). Los conceptos son complejos y no son fáciles de asimilar c). Los temas se manejan por separado sin articulación d). Muchos de los contenidos se encuentran en inglés.
5. A través de la revisión teoría y la experiencia personal se encuentra que hay temas que pueden presentar confusión entre conceptos diferentes como: DNA recombinante v/s recombinación genética, DNA v/s gen, replicación v/s PCR, transformación bacteriana v/s transformación en eucariotas, DNA v/s RNA.

Finalmente la pregunta orientadora es: ¿Qué propuesta didáctica dirigida a los estudiantes de la licenciatura en biología permite el desarrollo de algunos conceptos de Biología Molecular teniendo en cuenta las necesidades particulares?

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

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.

2.2. ESPECÍFICOS

- Diseñar una Unidad Didáctica que oriente de forma clara y sencilla la temática tecnología del DNA recombinante.
- Aplicar la Unidad Didáctica en estudiantes del ciclo de profundización de la licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Evaluar y validar la Unidad Didáctica tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología Molecular.

3. ANTECEDENTES

En el departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional en concordancia con la importancia de la Biología Molecular ha incorporado la materia como obligatoria para en el énfasis de profundización del proyecto curricular Licenciatura en Biología, específicamente el programa académico contempla algunas temáticas que se interrelacionan y complementan entre si estas son: a). Acercamiento histórico al nacimiento de la Biología molecular. b). Laboratorio: Extracción de ADN c). Recombinación del DNA recombinante d). Introducción a la tecnología del DNA recombinante e). Aplicaciones de la Biología Molecular.

La línea de investigación Enseñanza de la Biotecnología en Colombia ha realizado investigaciones, publicaciones, participaciones en congresos, promoviendo trabajos de práctica pedagógica y trabajos de grado con énfasis a nivel de pedagogía y didáctica para la enseñanza de la biotecnología, algunos de los trabajos y propuestas didácticas presentadas con relación en las temáticas son los siguientes:

1. Elaboración de una unidad didáctica que integra elementos de microbiología, molecular, biotecnología y NdC para la enseñanza del concepto OPERON. (Melo, L. C. & Chavarro, A. C. 2008).
2. La enseñanza de la genética y la biología molecular basada en un modelo de aprendizaje como investigación dirigida (Melo, Lola C. 2005).
3. Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología (Roa, A. R., Garcia, S. Y., & Chavarro, A. C. 2008).
4. Contribución al Desarrollo de la Biotecnología desde la Educación en los niveles Básica y Media (Valbuena, Ussa E. 1998).
5. Integración de la biotecnología al currículo del IPN (Melo, Lola C. 1998).
6. Una experiencia de la Biología Molecular con estudiantes de educación media. (Melo, L. C. & Quezada, J. 1998).
7. Revisión de contenidos

curriculares de biología molecular y genética en la educación media (Melo, L. C. & Celis, L. 2001). 8. La enseñanza de la genética y la biología molecular basada en el modelo de enseñanza aprendizaje como investigación (Melo, Lola C. 2004). 9. Una experiencia de enseñanza de la biología molecular con estudiantes de educación media, (Melo, L. C., Valbuena, U. E. & Quezada, J. 1998). 10. Diseño de un material para la enseñanza de la Biología Molecular dirigido a estudiantes de educación media (Valbuena, U. E. & De La Torre, G. 1998). 11. Programa de biología molecular; para estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en biología de la UPN. (Melo, Lola C. 2013). 12. Trabajo de grado; Informes de pasantías desarrollada en el laboratorio de diagnostico fitosanitario (LANDF) en el área de análisis molecular del instituto colombiano agropecuario-ICA (Santisteban, Niño A. 2011). 13. Trabajo de grado; Obtención de protocolo para el aislamiento cultivo y extracción del ADN de *Chlorella vulgaris* (Montes, Jiménez J. 2011). 14 trabajo de grado; Valoración de la usabilidad técnica y didáctica de los simuladores de laboratorio virtual para biología molecular DBI-UPN (Córdoba, Díaz L. 2012). 15 trabajo de grado; Diseño de un tutorial de herramientas bioinformática, útil para el trabajo en filogenia molecular (Gallón, D. R & Mejía M. D. 2012).

Las publicaciones están contempladas desde propuestas constructivistas y estrategias didácticas de resolución de problemas, los trabajos de grado contemplan elementos específicos de aplicaciones de la Biología Molecular como filogenia molecular y otras propuestas didácticas sirven como herramienta para el docente.

En Colombia encontramos otros dos grupos de investigación con énfasis en la enseñanza de la biotecnología con algunas propuestas en relación a la enseñanza de la biología molecular surgidas al interior Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia: 1. El grupo Biosec Incorporación de la biotecnología en la educación básica y media, (IBUN. 2013) algunas de sus publicaciones son: Herramienta Multimedia Para la Enseñanza de Ciencias

Naturales a Partir de la Biotecnología (Caro M., Vivas L., García., Camacho A., Ramírez O. & Fuya A. 2004). Incorporación de la Biotecnología en la Educación Básica y media. (Biosec. 1998). Y 2. El grupo Bioeducación que surgió al interior de Biosec en el 2004 pero que amplió sus horizontes incluyendo la educación superior, con especial interés en promover cambios culturales en comunidades educativas a partir de modelos pedagógicos innovadores (IBUN. 2013) algunas de sus publicaciones son: Configuraciones didácticas con elementos de Biotecnología incorporados en el currículo de Ciencias Naturales (Bioeducación. 2006), Construyamos Futuro desde el laboratorio de Ciencias Naturales. (Bioeducación. 2005).

En relación al contexto internacional tenemos: AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) dedicada a informar, educar, divulgar y promover la biotecnología agrícola moderna en los países de la región andina (Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador). Siendo una asociación sin ánimo de lucro, fundada en el año 2000, algunas de sus publicaciones son: Bío-Aventura; una exploración en el mundo de la biotecnología vegetal agrícola. (AgroBio. 2005). Biotecnología: Mitos y Realidades (AgroBio. 2008).

En Argentina se encuentra el programa educativo (por qué biotecnología), que hace parte de ArgenBio donde se presenta un sitio web especialmente preparado para docentes que enseñan biotecnología a niños, adolescentes y jóvenes. Algunas de sus publicaciones son: Consideraciones didácticas para enseñar biotecnología. De qué hablamos cuando nos referimos a la biotecnología en el aula (ArgenBio. 2012).

Otras de las aplicaciones didácticas de ArgenBio es el cuaderno de biotecnología: donde se aborda un tema específico de biotecnología e incluye información teórica, ejercicios, bibliografía de consulta y consideraciones metodológicas para enseñar dicho tema en el aula, haciendo énfasis en los niveles secundario, últimos años de primaria y los niveles introductorios de carreras terciarias. (Por qué

biotecnología 2013). A continuación se presenta aquellas publicaciones relacionadas con la enseñanza de la biología molecular: Cuaderno N° 3, ADN, genes y código genético, cuaderno N° 18 Elaboración de una planta transgénica: Técnica de *Agrobacterium tumefaciens*, cuaderno N° 25 La biotecnología y el desarrollo de nuevos fármacos, cuaderno N° 32 Los ácidos nucleicos, estructura y función, Cuaderno N° 34 Las enzimas de restricción: las "tijeras moleculares" de los ingenieros genéticos, cuaderno N° 49 Proteínas recombinantes, cuaderno N° 65 El nacimiento de la biología molecular: El descubrimiento de la estructura del ADN, cuaderno N° 67 Introducción a técnicas de biología molecular y de ingeniería genética, cuaderno N° 69 ADN detective, cuaderno N° 71 Vacunas recombinantes, cuaderno N° 103 Divulgación Científica y la Enseñanza de Ciencia y Tecnología. (Por qué biotecnología 2013).

La web Educar también hace parte del fomento de la educación en biotecnología del gobierno Argentino haciendo énfasis en la biología molecular, algunas de estas propuestas son: El Proyecto Genoma Humano. Es una web con un recurso en 3-D animation donde se encuentra una animación sobre las bases de la biología molecular. (Educar. 2013), Videos sobre ADN y cromosomas diseñado por el periódico español El Mundo y contiene información en forma gráfica y videos sobre ADN, cromosomas y enfermedades detectadas y cronología de la investigación genética. (Educar. 2013).

Chile cuenta con un portal de educación web Educarchile, creado por el Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile. "Dirigido a todos los miembros de la comunidad educativa nacional: a las escuelas, sus docentes, alumnos y directivos; a las familias chilenas y los organismos de padres y apoderados; a los sostenedores municipales y privados; a los investigadores y especialistas de la educación; a las facultades de pedagogía y a los organismos de la cultura" (MINEDUC. 2013). Algunas de estos recursos didácticos son: Video: ADN, Presentación; historia del ADN. Aplicación; ADN e información genética. (Educarchile. 2013). Otras de las propuestas encontradas es el libro; Unidades

Didácticas en Biología y Educación Ambiental; Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico Volumen 4. (Quintanilla, G. M., Daza R. S. & Merino R. C. 2010).

La Universidad de San Carlos de Guatemala presenta una Unidad Didáctica sobre Biología Celular y Molecular (González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T., González, P., Martínez, C. & García. R. 2011) pero que no presenta un enfoque pedagógico ni una estructura que evidencie los contenidos, sino una serie de actividades que no se desarrollan.

Europa presenta propuestas didácticas muy interactivas y novedosas a nivel de Biología Molecular desarrolladas por parte de la EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología) que con representantes de 29 instituciones de 17 países es financiado por la Comisión Europea de Biotecnología. Los países miembros tienen propuestas en particular como resultado de la educación en nuevas tecnologías. El trabajo desarrollado por la EIBE se ha dirigido a “desarrollar y probar algunos materiales educativos, estos predominantemente estaban relacionados con conocimientos específicos tales como métodos modificación genética y sus aplicaciones” (EIBE, 1999).

En España se presenta la publicación de 4 unidades didácticas diseñadas por: 1. Margarit, A. L. & Sarrión, S. I. (2012) para la asignatura de genética molecular de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, para la enseñanza de técnicas básicas en biología molecular y técnicas básicas de la genética molecular. 2. El Centro de Profesorado Priego-Montilla realiza la publicación sobre Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental (Quintanilla, G. M., Daza R. S. & Merino R. C. 2010). 3. La unidad didáctica: Unidad Didáctica: Biología Celular y Molecular (González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T., González, P., Martínez, C. & García. R. 2011) 4. La unidad didáctica: Unidades Didácticas de Biología Molecular (Domínguez, L. J., Pérez, A. C. & Matilla, A. E. 2003)

Otra de las propuestas más destacadas por sus aplicaciones interactivas es simulador de bioquímica y biología molecular disponible en BIOMODEL que específicamente para esta área permite la realización de laboratorios virtuales y estudio de los ácidos nucleicos. (BIOMODEL. 2013).

Finalmente en Italia se encuentra la aplicación MolecularLab disponible para celulares utilizando el programa appsbar, desde facebook, que ha importantes reconocimientos, y altos estándares de calidad como el certificado HTML.IT otorgado por sus innovaciones en cuanto gráficos, tecnología utilizada navegabilidad, velocidad de carga de la pagina. Siendo la primera aplicación online gratuita de este tipo en recibir tales reconocimientos, específicamente “profundiza en las técnicas de biología molecular y celular con un ambiente universitario orientado a la enseñanza, enriquecido con vídeo y animaciones interactivas” (Fallini, Riccardo 2013).

En general las unidades didácticas se proponen desde un enfoque constructivista pero no son validadas ya que son realizadas por expertos, cuyo criterio personal es quien toma las decisiones de aprobación o no de la unidad partiendo de su experiencia y no de un proceso experimental de aplicación y/o evaluación.

4. JUSTIFICACIÓN

Una unidad sobre La tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en Biología molecular puede ser una alternativa de aprendizaje para los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional porque incluye temáticas como: DNA, enzimas de restricción, PCR, DNA recombinante y transformación bacteriana que se pueden relacionar entre si y además tienen impacto en la sociedad por sus aplicaciones en el campo agropecuario, industrial, medico y ambiental lo que permite la contextualización en los estudiantes.

Para la enseñanza de la biología Molecular se presentan problemas de aprendizaje en los estudiantes por contener ésta: conceptos abstractos, dinámicos y extensos transmitidos como un compilado de información dispersa, desarticulada, descontextualizada dificultando la comprensión lo que genera en muchas ocasiones la confusión, desmotivación y falta de curiosidad. Por lo que se hace pertinente desarrollar una unidad didáctica que oriente el proceso de aprendizaje de manera clara, sencilla, articulada y contextualizada utilizando un enfoque pedagógico constructivista que emplea estrategias didácticas similares a los métodos de investigación, específicamente la resolución de problemas y los trabajos prácticos que se presentan como alternativas dinámicas y organizadas en la unidad, posibilitando al alumno el acceso a los conceptos, donde no es solo un ejercicio de memorizar o responder preguntas, sino que transforma la enseñanza en una actividad con la cual los estudiantes generan nuevos conocimientos partiendo de aquellos adquiridos a lo largo del ciclo de fundamentación.

La Unidad Didáctica le brinda al docente en formación una serie de recursos didácticos de tipo flexible con posibilidad de ser trabajas en aulas con estudiantes de 10º y 11º pertinentes para trabajar en colegios, lo que estimula el interés, la creatividad y la iniciativa e innovación entre los docentes en formación;

favoreciendo el desarrollo de habilidades cognitivas, mejorando la capacidad de comprender y argumentar eficazmente sus conocimientos. Esto permite afrontar pertinentemente los problemas que surgen en los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. UNIDAD DIDÁCTICA

5.1.1 Generalidades

Según Sanmartí, Neus (1994, p.241) la Unidad Didáctica es: una práctica educativa donde se decide qué se va a enseñar y cómo, esto constituye “la actividad más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas”. Una unidad didáctica implica una amplia autonomía para tomar decisiones curriculares y, en concreto, para su diseño a aplicar en clase. “Ello 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” (Sanmartí, Neus. 1994, p.242).

Las Unidades Didácticas están muy ligadas a las teorías constructivistas ya que implica una revisión muy seria del contexto la participación, apropiación, construcción compartida, reflexión y la focalización de los problemas a resolver, Es de tipo flexible, dinámico, y abierto específicamente para la licenciatura en biología debe permitir a los estudiantes desarrollar actividades que potencien el desarrollo de propuestas didácticas y faciliten su comprensión.

5.1.2 Criterios para el Diseño de Unidades Didácticas

Un diseño de una unidad didáctica requiere una reflexión acerca del proceso de toma de decisiones al diseñar una unidad didáctica. Aunque los procesos se formulan por muchos autores como algo lineal, “de hecho nunca es así. Este proceso es complejo, relaciona muchas variables, y por ello no se puede

considerar que haya un camino único, sino más bien un ir y venir constante, y se puede entrar en él por muchos caminos distintos. Unas veces se piensa en cómo diseñarlo porque se ha conocido un modelo y se plantea una readaptación” (Sanmartí, Neus. 1994, p.242).

Finalmente el proceso de enseñanza requiere la toma de decisiones para diseñar propuestas educativas. Para las unidades didácticas Sanmartí, Neus. (1994), propone distintos tipos de criterios utilizados, implícita o explícitamente, en dicha toma de decisiones. Estos criterios son:

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

5.1.2.1 Criterios para la definición de finalidades/objetivos

Los objetivos en el proceso de enseñanza son indispensables ya que guían la selección de contenidos y actividades. Unos ejemplos son:

“1. Es posible que un profesor o profesora considere muy importante mejorar los conocimientos de los jóvenes para que puedan actuar responsablemente en relación al medio ambiente, y entonces priorizará y dedicará más tiempo a la enseñanza de unos contenidos acordes con sus objetivos que a otros.

2. Si valora la importancia de la investigación en la construcción del conocimiento científico, entonces seleccionará actividades orientadas a que el alumnado aprenda a investigar.

3. Si valora la ciencia como una actividad humana que intenta plantear y responder a preguntas crítica mente, promoverá un ambiente de clase en que se prime la cooperación y se facilite la expresión de dudas y de argumentos relacionados con los distintos puntos de vista y se faciliten también los pactos o acuerdos” (Sanmartí, Neus. 1994, p.244).

Posteriormente, a medida que se van tomando decisiones acerca de los contenidos a enseñar y de las actividades a realizar, se van precisando más los objetivos específicos de la unidad didáctica. (Sanmartí, Neus. 1994, p.244).

5.1.2.2 Criterios para la selección de contenidos

Para la selección de contenidos se tienen en cuenta 3 aspectos principales:

- a) ¿Qué tipos de contenidos?
- b) Relaciones entre la 'ciencia de los científicos' y la 'ciencia escolar'
- c) Significatividad social de los contenidos a seleccionar

5.1.2.2.1 ¿Qué tipos de contenidos?

Habitualmente los contenidos curriculares se acostumbran a distinguir según se refieran a conceptos, a procedimientos, o a actitudes. “Existe una gran variedad de contenidos a introducir en el aula, difícilmente clasificables y muy interrelacionados entre ellos. Aun así, la clasificación habitual en los 3 grandes grupos, a pesar de sus aspectos negativos, tiene la ventaja de promover que los enseñantes reconozcan que enseñar ciencias es algo más que enseñar conceptos y teorías. En concreto permite reconocer la importancia del aprendizaje de los procesos y técnicas asociados a los métodos utilizados por la ciencia para generar el conocimiento, y de la explicitación de los valores y actitudes asociados a dicho conocimiento” (Sanmartí, Neus. 1994, p.248).

5.1.2.2 Relaciones entre la 'ciencia de los científicos' y la 'ciencia escolar'

“la selección de contenidos se refiere a la caracterización de la ciencia escolar y de sus relaciones con los que configuran la ciencia. Toda selección implica un proceso de transposición didáctica (Chevallard, 1985). De hecho, se puede afirmar que la ciencia escolar utiliza modelos propios, que son transposiciones didácticas de los modelos de las distintas teorías científicas” (Sanmartí, Neus. 1994, p.249).

5.1.2.3 Significatividad social de los contenidos a seleccionar

La perspectiva social es muy necesaria para determinar que contenidos son los más adecuados para comprender fenómenos y problemas cotidianos y que se articulen de manera coherente.

“Comprender fenómenos reales exige identificar múltiples variables y la complejidad de sus interrelaciones. Exige también reconocer que la ciencia es una forma cultural en constante evolución y, por ello, que se sabe aun poco de los nuevos fenómenos como el cambio climático, el SIDA, o las consecuencias del uso de plantas o animales transgénicos. Ello contrasta con la visión tradicional de la ciencia escolar, basada en la enseñanza de conocimientos muy consensuados a lo largo de los siglos y no de los que hoy están en discusión” (Sanmartí, Neus. 1994, p.250).

5.1.2.3 Criterios para organizar y secuenciar los contenidos

“Para concretar la organización de una unidad didáctica puede ser útil el uso de mapas conceptuales, tramas de contenidos o simplemente esquemas. A partir de

ellos se ponen de manifiesto las interrelaciones entre los contenidos, lo que no se consigue con las listas de las clásicas programaciones. Estos esquemas y mapas permiten visualizar los principales contenidos interrelacionados alrededor de un problema, idea o concepto, pero no dicen nada sobre los criterios de secuenciación, Sin embargo, como enseñar es un proceso que se realiza a lo largo de un tiempo determinado, estas ideas deberán introducirse de forma más o menos ordenada.” (Sanmartí, Neus. 1994, p.251).

5.1.2.4 Criterios para la selección y secuenciación de actividades

Las actividades de una unidad didáctica debe ser flexible y permeable a los diferentes contextos donde se pueda aplicar, a la diversidad de estudiantes, ante la escases de recursos para trabajar diferentes temáticas, como a la diversidad de estilos del profesorado. (Sanmartí, N 1996, p. 32).

Teniendo en cuenta la diversidad de estudiantes donde las actividades desde un buen diseño didáctico se deben procurar diseñar con las siguientes características:

Tabla Nº1. Principales características a tener en cuenta para la secuencia y organización de actividades en la unidad didáctica. Tomado de Jorba, J. y Sanmartí, N (1996) p. 32.

Nº	Característica
1	Permitir diferenciar los conocimientos mínimos que se pretende que todos los alumnos aprendan de los que pueden ser objeto de ampliación. En clase se habla y se trabaja en relación a muchas cosas, pero convendría distinguir entre los contenidos básicos y los complementarios.
2	Secuenciar los aprendizajes por orden de dificultad y de proximidad entre los nuevos contenidos y los que ya se conocen, atendiendo muy especialmente a los procedimientos
3	Iniciar las secuencias con actividades concretas y simples, cercanas

	a sus intereses y en las que todos los alumnos puedan tener éxito, y aumentar progresivamente su grado de abstracción y de complejidad.
4	Diferenciar algunas actividades, especialmente las de aplicación, posibilitando que algunos estudiantes realicen ejercicios más complejos que otros.
5	Se debe evitar, tanto al dar información como al proponer tareas concretas, los datos, las operaciones y las acciones implícitas. Se debe facilitar que el alumnado pueda pasar del nivel de lectura literal, al inferencial, al evaluativo y al creativo. Es cierto que el profesorado también puede dar dicha información, pero, en este caso el estudiante dependerá de él. Seguramente la función del enseñante puede centrarse más en la regulación del uso que hace el alumnado de la información recibida que no en darla él mismo

5.1.2.5 Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación

“La evaluación y, muy especialmente, la autoevaluación formativa tienen la función de motor de la evolución o cambio de las representaciones iniciales. Por ello, en el diseño de una unidad didáctica es fundamental la toma de decisiones acerca de qué actividades de evaluación introducir, en qué momento y qué aspectos son los importantes evaluar. La función y tipología de las actividades de evaluación formativa Cambiar el modelo sobre cómo aprenden los alumnos y, en consecuencia, sobre cómo enseñar, conlleva un cambio en todas las prácticas educativas incluidas en la profesión de enseñante. Sin duda, uno de los cambios más radicales es el que hace referencia a la función de las actividades de evaluación, a su tipología, a su relación con las otras actividades que se realizan en el marco escolar y, muy especialmente, a quién es el que evalúa” (Sanmartí, Neus. 1994, p.254).

5.1.2.6 Criterios para la organización y gestión del aula

En relación a la diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje, como es imposible que el profesor o profesora pueda atender a cada alumno “se deberán diseñar las actividades de forma que promuevan la detección de las dificultades y obstáculos, y arbitrar sistemas organizativos que faciliten la regulación mutua entre los propios estudiantes. Ya se ha hablado en el apartado anterior de la importancia del trabajo en grupos heterogéneos, como núcleos de ayuda para la superación de los errores. El trabajo cooperativo desde la heterogeneidad será importante en todo el proceso de explicitación de las propias ideas y de introducción de nuevos puntos de vista. En esta fase del proceso de aprendizaje, la diversidad es necesaria tanto para los alumnos que tienen mayor facilidad, que ayudando a los demás enriquecen sus ideas y su capacidad de interrelacionar con los demás, como para los que tienen más dificultades, porque la ayuda de un compañero acostumbra a aproximarse más a sus necesidades que la que le pueda dar un profesor mucho más experto” (Sanmartí, Neus. 1994, p.251).

5.1.3 Enfoque pedagógico.

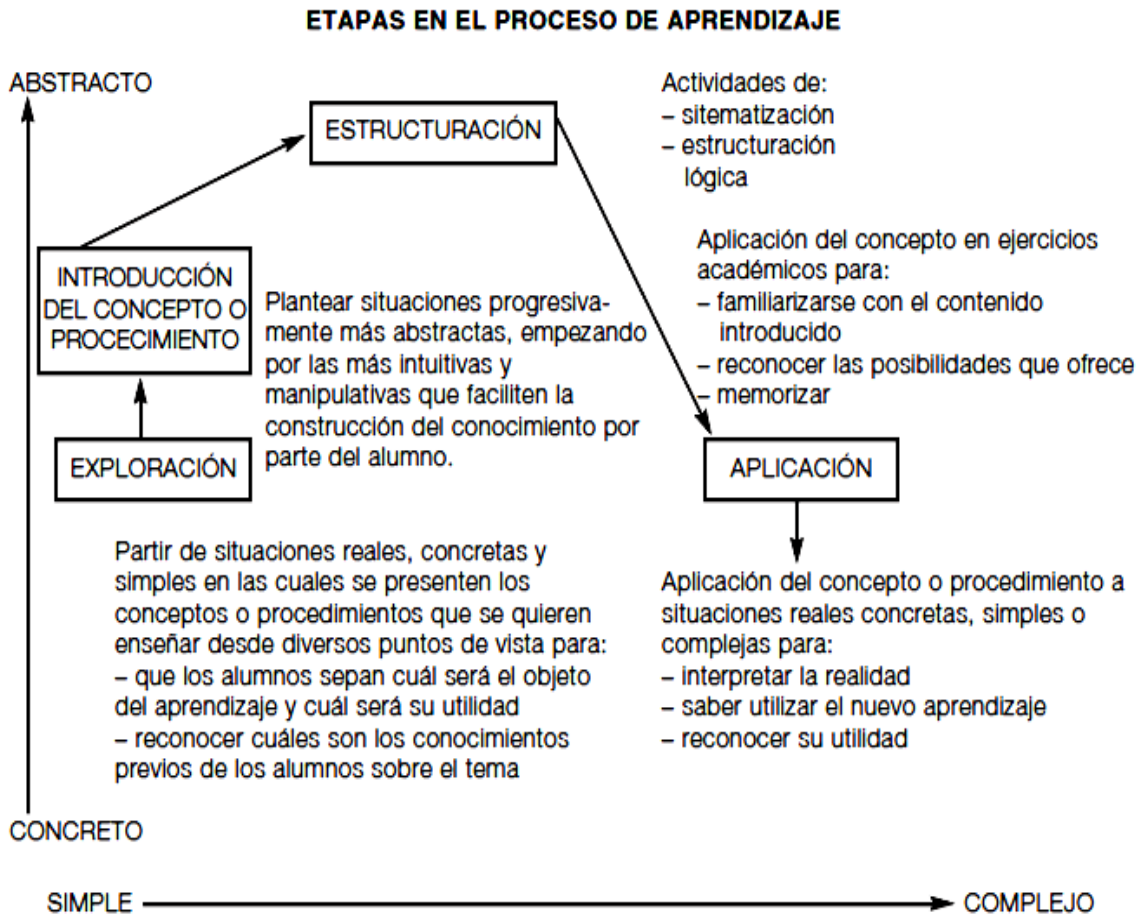
Enfoque pedagógico: el enfoque trabajado en la Unidad Didáctica se basa en el constructivismo donde este modelo relaciona los aspectos cognitivos, sociales y afectivos del comportamiento, como una construcción propia del individuo que cambia en función del tiempo como resultado de la interacción de estos factores. Por lo que el conocimiento desde esta perspectiva no es una copia de la realidad, sino una construcción interna de la persona realizada por los conocimientos previos (ideas previas) o con los que construye en relación con el entorno (Camejo, Armando, R. 2006).

El Modelo de enseñanza constructivista este modelo de enseñanza tiene como punto de partida las concepciones de los alumnos, el modelo seleccionado consta de 3 fases y establece una secuencia organizada en relación a la postura pedagógica.

El modelo de enseñanza que se utilizó fue el propuesto por Sanmartí, Neus. (1996). para la realización de las actividades, que se estructura a partir del constructivismo humano. La propuesta surge según la teoría cognitiva de David Ausubel, quien destacó la importancia del conocimiento previo para ser capaz de aprender nuevos conceptos y las contribuciones hacia el desarrollo neurobiológico de Joseph D. Novak. Camejo, Armando, R. (2006).

Partiendo de esta postura se precisa que la enseñanza debe contribuir a inducir cambios en las ideas previas de los estudiantes, generando un aprendizaje donde: “se considera que se ha aprendido cuando se ha modificado el modelo mental inicial de forma que en el modelo evolucionado se explicitan y articulan de forma particularizada las convenciones implícitas en el modelo inicial.....A menudo, para decidir que un modelo va evolucionando, se utiliza como criterio la diferenciación entre el trabajo de un novato y el de un experto. El experto es precisamente mucho más capaz que el novato para explicitar las convenciones implícitas que utiliza en sus razonamientos. La evolución en las explicaciones es la que pone de manifiesto que se ha aprendido”. (Jorba, J. & Sanmartí, N. 1996).

Esquema N°1. Proceso de aprendizaje para la realización de las actividades tomado de (Sanmartí, Neus 1996, p.26).



Actividad de exploración: es un componente fundamental para la orientación de las actividades en la unidad didáctica; donde se asume que los estudiantes ya tienen ideas previas acumuladas durante ciclo de fundamentación en las asignaturas:

- Física I (Segundo semestre)
- Química General (Primer semestre)
- Química orgánica (Segundo semestre)
- Organismo (Segundo semestre)
- Física II (Tercer semestre)
- Química analítica (Tercer semestre)

Bioquímica (Cuarto semestre)

Bioquímica (Cuarto semestre).

Por lo tanto los estudiantes se encuentran en la capacidad de realizar laboratorios reales y virtuales, así como resolver problemas, en relación a este apartado Iñiguez, P. Francisco J.(2005). Establece que: “para la enseñanza de la genética es fundamental que el lenguaje simbólico sea perfectamente conocido por el alumnado, ya que la resolución de problemas necesita una aplicación correcta de los símbolos establecidos” esta afirmación se hace aun mas verídica en Biología Molecular donde gran parte de la información se representa a través de símbolos.

Las ideas previas son pertinentes para desarrollar el curso en un mayor nivel de complejidad sin recurrir a diseñar actividades específicas en relación a los símbolos, lenguaje y manejo de laboratorio ya que hay construcciones conceptuales adquiridas a lo largo de su vida académica.

Las actividades de introducción: Para las actividades de estructuración se diseñaron con base en los trabajos prácticos donde se promueva una metodología que propicie el planteamiento de pequeñas investigaciones y acerque mas a la ciencia al alumnado Iñiguez, P. Francisco J. (2005).

Las actividades de Estructuración: Para las actividades de estructuración se diseñaron con base en la resolución de problemas que surgen como necesidad de desarrollar alternativas dinámicas organizadas para posibilitar al alumno el acceso al conocimiento. en este sentido, la resolución de problemas como instrumento de cambio metodológico podría contribuir a ello. En la cual se define como “una situación estimulante para la cual el individuo no en tiene respuesta, es decir, el problema surge cuando el individuo no puede responder inmediata y eficazmente a la situación, Considerar el problema como una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes, Parece ser un acuerdo general entre los que han abordado el tema” Iñiguez, P. Francisco J. (2005).

Las actividades de Aplicación: Es importante desde la propuesta constructivista que los estudiantes verbalicen los resultados de las experiencias o de los problemas planteados, así como de que sean capaces de manifestar su postura ante las implicaciones éticas. Así como estar en la capacidad de analizar textos, artículos de prensa o noticias en medios de comunicación. (Iñiguez, P. Francisco J. 2005).

Las actividades propuestas pretenden que los estudiantes argumenten y justifiquen su postura (de forma oral o escrita) ya que “aprender a argumentar científicamente resulta útil para los estudiantes, no solo en la medida que mejora el proceso de aprendizaje de las ciencias a raves de la aplicación de los conocimientos que va adquiriendo, sino también por que suscita [...] un espíritu crítico basado en el conocimiento de los aspectos que caracterizan una discusión seria y bien fundamentada” (Iñiguez, P. Francisco J.2005).

Para el desarrollo de las actividades de aplicación es importante que se hayan realizado antes las actividades de introducción y estructuración ya que estas comprenden apartados conceptuales fundamentales para el desarrollo de las discusiones, lo que permite desarrollar las operaciones mentales que requieren un mayor nivel de complejidad en estas actividades.

El esquema del proceso de aprendizaje es la base para formular las actividades que en consecuencia permitan el desarrollo de una serie de habilidades y destrezas *operaciones mentales* que se presentan a continuación aquellas que se tienen cuenta durante cada etapa de aprendizaje para la formulación de actividades con desarrollo de destrezas que van aumentando en orden de complejidad para cada etapa de aprendizaje. (De Zubiria, S. & Romero, A 2004).

Tabla Nº 2 de las operaciones mentales propuestas por (De Zubiria, S. & Romero, A. 2004, p.126).

Nominación	Acciones cognitivas	Técnicas de activación
Síntesis	Integrar y descubrir relaciones entre todas las partes de un conjunto	Unir partes, seleccionar, abreviar, globalizar
Clasificación	Relacionar o agrupar elementos de un todo a partir de determinados criterios	Elegir variables, seleccionar principios, esquemas, matrices
Codificación	Sustituir los objetos por símbolos convencionales para facilitar su manipulación y para ahorrar tiempo y esfuerzo en la elaboración de información	Usar símbolos, signos, escalas, mapas, reducir
Diferenciación	Surge de la actividad de comparar y consiste en encontrar los rasgos no comunes tanto relevantes como irrelevantes	Discriminar, enfocar la atención, comparar, usar varios criterios
Representación mental	Interiorizar las imágenes de nuestros conocimientos	Abstraer, asociar, interiorizar, sustituir imágenes, elaborar
Transformación mental	Elaborar mentalmente un concepto que experimenta un cambio o transformación	Añadir o quitar elementos, proponer nuevas hipótesis
Razonamiento divergente	Crear nuevas relaciones, nuevas representaciones, significados y otras posibles aplicaciones	Adoptar otra posición, situarse en el puesto de otros puntos de vista
Razonamiento hipotético	Anticipar situaciones o soluciones a problemas	Imaginar nuevas condiciones, situaciones, soluciones, predecir
Razonamiento analógico	Relacionar o comparar atributos o relaciones entre dos o mas elementos para ver su relación con un tercero e inducir conclusiones	Buscar relaciones de causa utilidad. Establecer vínculos al comparar cualidades o variables
Razonamiento lógico	Usar normas universales de argumentación para expresar nuestro pensar	Argumentar, dar explicación a puntos de vista.
Razonamiento inferencial	Elaborar nueva información a partir de la información dada	Relacionar y extraer nueva información con los datos

Razonamiento progresivo	Obtener conclusiones a partir de la regularidad de la ocurrencia de los hechos	Ordenar, encontrar elementos de una secuencia, predecir hechos o comportamientos conociendo regularidades
Identificación	Reconocer las características esenciales y transitorias de los objetos	Observar, subrayar, enumerar, contar, describir, sumar.
Comparación	Relacionar objetos o datos cualesquiera para encontrar semejanzas y diferencias	Medir, superponer, transportar
Análisis	Separar las partes de un todo buscar sus relaciones y explicar los comportamientos de uno en función del todo	Buscar sistemáticamente ver detalles descubrir lo esencial

La evaluación: Se realiza desde los planteamientos socioconstructivistas del aprendizaje, según Jorba, J. & Sanmartí, N. (1996). Donde la evaluación, y más aún, la autoevaluación y la coevaluación, constituyen forzosamente el motor de todo el proceso de construcción del conocimiento. Constantemente el enseñante y los que aprenden deben estar obteniendo datos y valorando la coherencia de los modelos expuestos y de los procedimientos que se aplican y, en función de ellos, tomando decisiones acerca de la conveniencia de introducir cambios en los mismos. Se aconseja trabajar la evaluación de dicha forma para permitir generar nuevos criterios de evaluación que surjan al interior de cada estudiante o de la dinámica del grupo, así como la disposición del tiempo.

5.2 BIOLOGÍA MOLECULAR

El término biología molecular fue planteado por el matemático Warren Weaver en 1938 mientras se encontraba de director del departamento de ciencias naturales de la Fundación Rockefeller (Claros, 2003). Posteriormente Astbury propuso la biología molecular como un área de conocimiento independiente; tal como se conoce en la actualidad definiéndola como “La biología molecular es el dominio de la biología que busca explicaciones a las células y organismos en términos de estructura y función de moléculas; las moléculas más frecuentemente analizadas son las macromoléculas del tipo proteínas, ácidos nucleicos y glúcidos, así como conjuntos moleculares del tipo membranas o virus” (Claros, 2003, p170.)

En 1953 se publica en la revista *Nature* El modelo de la doble hélice del DNA-B propuesto por el bioquímico-genético americano James Dewey Watson y el biofísico inglés Francis Harry Compton Crick, “trabajando en la Universidad de Cambridge, en el Reino Unido mediante la recopilación de los resultados dispersos que sobre ácidos nucleicos existían, así como reuniendo información sin publicar del laboratorio de Randall. Inicialmente propusieron un modelo parecido al de Pauling, pero después, y gracias a una visión genial de las reglas de Chargaff, así como a las «inocentes confianzas» del neozelandés Maurice Wilkins, también del laboratorio de Randall, lograron elaborar el conocido modelo de la doble hélice” (Claros, 2003, p173.)

5.2.1 Tecnología del DNA recombinante

El término DNA recombinante hace referencia a la creación de nuevas combinaciones de segmentos o de moléculas de DNA que no se encuentran juntas de manera natural. Aunque el proceso genético de la recombinación produce DNA recombinante, este término se reserva a las moléculas de DNA producidas por la unión de segmentos que provienen de diferentes fuentes

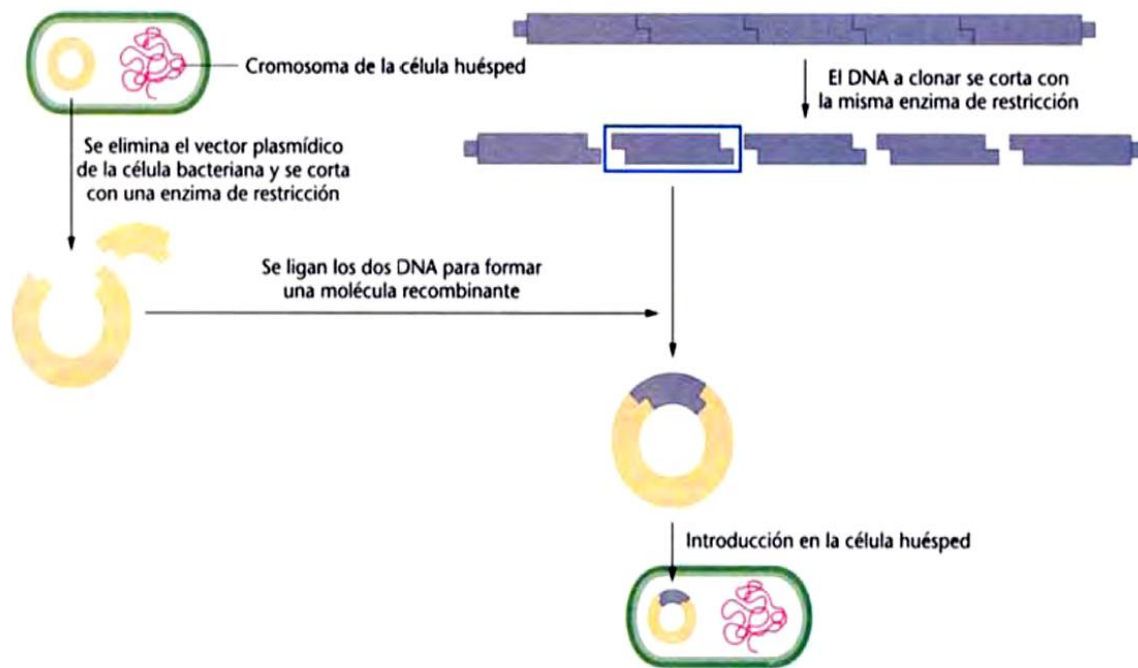
biológicas, el proceso requiere de la aplicación de una serie de técnicas que han revolucionado la biotecnología, y que se aplican como herramientas en todas las ciencias biológicas. El hecho más característico en esta nueva tecnología es la posibilidad de introducir material genético extraño en una célula con lo que se alteran sus características. (Cultek S.L.U. 2006).

En la actualidad la aplicación de esta tecnología es extensa a tal grado que afecta todos los sectores de la producción, algunos de estos campos y sus principales productos son:

- En agricultura y ganadería: plantas y animales transgénicos, clonaciones.
- En alimentación: alimentos transgénicos.
- En medicina y farmacología: terapia génica, nuevas vacunas, etc.
- En industrias: biocombustibles, biosensores etc.
- En medio ambiente: tratamiento de residuos, conservación de genomas, etc.

La tecnología del DNA recombinante utiliza una serie de técnicas que tienen variaciones para cada proceso en específico pero de manera general se aplican técnicas como:

1. Extracción de DNA
2. Fragmentación de ADN mediante nucleasas de restricción o amplificación de DNA mediante PCR
3. Unión de los fragmentos de ADN a vectores de clonación
4. Transformación del ADN recombinante a una célula huésped y selección de células transformadas



Esquema N°2. Proceso de aplicación de técnicas utilizadas en la tecnología del DNA recombinante. Imagen tomada de Cultek S.L.U. (2006, p.2).

5.2.1.1 Extracción de DNA

La extracción de DNA es una de las técnicas más antiguas que se han realizado en el campo de la biología molecular y data de 1869 cuando Miescher lo aisló por primera vez. (Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Watson, J. 2002).

El suizo Miescher, aisló núcleos a partir del pus de vendajes utilizados en pacientes hospitalizados. Tras un tratamiento simple, comprobó que estaban formados por una única sustancia química muy homogénea y no proteica, que denominó nucleína (sustancias ricas en fosforo localizadas exclusivamente en el núcleo celular). (Claros, 2003).

Para aislar el ADN se requiere aislarlo de los otros componentes celulares como las proteínas, carbohidratos, lípidos y RNA, por lo general es el mismo en todos los organismos, con algunas variaciones en los métodos físicos y químicos que dependen de: grado de pureza que se requiere para procedimientos posteriores, cantidad de DNA requerido, cantidad de muestra con que se cuenta y tipo de muestra.

5.2.1.2 Enzimas de restricción

En 1952 Luria y Weigle en distintos laboratorios descubren los sistemas de restricción utilizados por las bacterias para destruir el DNA viral capaz de penetrar a la célula, restringiendo su potencial de crecimiento. Las bacterias protegen su ADN de la acción de sus sistemas de restricción mediante la metilación en algunos de sus nucleótidos. (Claros, 2003 y Karp, 2008)

Posteriormente durante inicios de 1970 se observó que las bacterias contienen nucleasas capaces de reconocer secuencias cortas de nucleótidos muy específicas en la cadena doble del DNA; estas recibieron el nombre de nucleasas de restricción o enzimas de restricción (Claros, 2003 y Karp, 2008)

Las enzimas de restricción son proteínas que tiene la capacidad de reconocer y romper el DNA de doble cadena en sitios específicos que presentan simetría binaria alrededor de un punto dado, llamados secuencias palindrómicas. (Madigan, M., Martinko, J. & Parcker, J. 2004).

5.3.1.3 Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

En 1983, Kary Mullis, desarrolló la técnica que hizo posible la síntesis de grandes cantidades de un fragmento de ADN sin tener que clonarlo: la reacción en cadena de la polimerasa conocida como PCR por sus siglas en inglés (polymerase chain reaction) y a partir de esta se consigue copiar millones de veces, en un par de horas, una secuencia predeterminada, dentro de una mezcla de ADN tan compleja como el propio genoma humano, donde la secuencia de interés representa tan sólo una diezmillonésima parte. Este descubrimiento lo hizo acreedor del Premio Nobel en 1993. (Sánchez P. & Saldaña, H. 2004).

La PCR es un método de síntesis de ADN in vitro en donde un segmento particular de éste es específicamente amplificado al ser delimitado por un par de cebadores (primers, oligonucleótidos o iniciadores) que lo flanquean. Su copiado se logra en forma exponencial a través de repetidos ciclos (*desnaturalización, anillamiento y elongación*) en diferentes periodos y temperaturas de incubación en presencia de una enzima ADN polimerasa termoestable. (Sánchez P. & Saldaña, H. 2004).

5.3.1.4 DNA Recombinante

El descubrimiento del DNA recombinante inicio con los trabajos en enzimas de restricción, el trabajo publicado en 1972 por Janet Mertz y Ron Davis demuestran que un fragmento de restricción podía ser insertado y ligado a otro DNA cortado por la misma enzima. Ese mismo año Paul Berg construye la primera molécula de DNA recombinante o quimera entre DNA plasmídico de *E. coli* y DNA del fago I (Lambda) lo que le hizo merecedor del Nobel en 1980 (Claros, 2003).

En 1973 Herbert Boyer y Stanley Norman Cohen, de forma independiente demostraron que se pueden modificar genéticamente los organismos, Posteriormente Herbert Boyer revoluciona la biotecnología al conseguir que se comercialice en 1981 una insulina obtenida por expresión en *E. coli* (Claros, 2003).

Ella es una molécula compuesta por dos AND de diferentes orígenes. Esta se genera utilizando un vector (secuencia nucleotídica conocida) y una secuencia de DNA que contiene el gen de interés. (Karp, 2006 y Cooper, G. M. & Housman. R. E. 2002). Los vectores pueden ser abiertos o cerrados, estos últimos se cortan con dos enzimas de restricción diferentes, generando extremos complementarios cohesivos (pegajosos) que pueden asociarse al DNA que presenta el gen de interés y que a su vez contiene los extremos complementarios al vector cortado. El gen de interés se obtiene de dos maneras: realizando cortes con enzimas de restricción y mediante PCR. Posteriormente tanto en el vector como el gen de interés, se unen por medio de la DNA ligasa, generando así la molécula de DNA recombinante. (Alberts, B., Bray, D. et al. 2002).

5.3.1.5 Transformación bacteriana

En 1928 el microbiólogo Frederick Griffith descubrió cómo el *Streptococcus pneumoniae* avirulento puede transformarse en virulento al infectar un ratón sano con la cepa avirulenta viva y la virulenta muerta. Empleando esta capacidad del estreptococo, Oswald Theodore Avery, Colin MacLeod y Maclyn McCarty intentan desentrañar la naturaleza del material genético en el Instituto Rockefeller, durante 1944, demostraron que las cepas avirulentas de Griffith se transformaban en virulentas con la exposición al DNA, pero no a las proteínas (Claros, 2003).

La transformación bacteriana es una alteración genética mediante la introducción de un DNA foráneo (ADN recombinante). A nivel de laboratorio se realiza en dos pasos: 1. competencia bacteriana donde las células se vuelven competentes utilizando cloruro de calcio (CaCl₂) 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 transformaciones de las

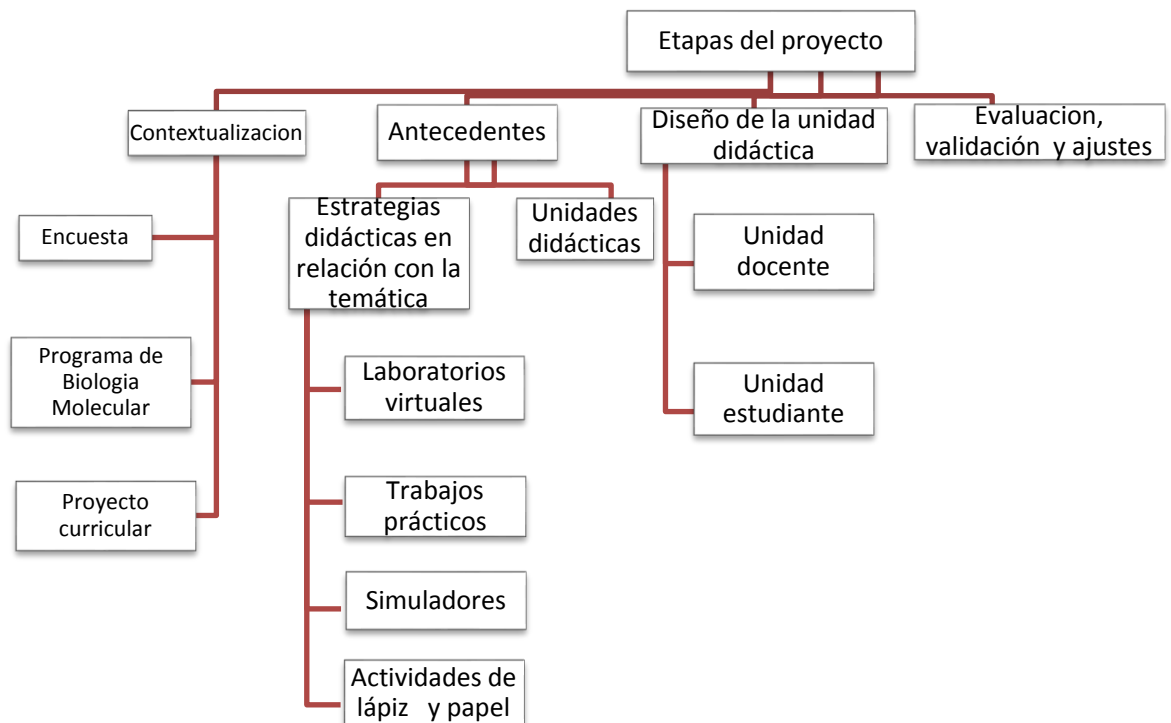
bacterias generalmente se utilizan dos técnicas: shock térmico y electroporación: (Karp, 2006).

Una vez captado, el DNA foráneo se duplica de manera autónoma dentro de la célula receptora pasando a su progenie durante la división celular. Las bacterias que contienen plásmidos recombinantes se pueden seleccionar a través de su crecimiento en antibióticos, ya que el plásmido contienen genes de selección a antibióticos (Karp, 2006).

6. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el proyecto es de tipo cualitativa para dar sentido a una realidad educativa en un contexto específico la Universidad Pedagógica Nacional, esta investigación busca promover la observación y reflexión de la práctica en relación a la Biología Molecular para generar su transformación y el avance teórico. Partiendo de la Investigación acción participativa (IAP) donde “la educación debe hacerse no pensando en la academia sino en el mundo, en la vida, en el contexto. Es educar en los problemas reales, lo cual obliga a transformar las facultades y departamentos y a hacer estructuras con base en problemas sociales y contextos culturales y no con base en problemas formales de la institución” (Ortiz, M. & Borjas, B. 2008 p. 619). El proyecto se desarrolló en 3 fases que se presentan en un esquema a continuación.

Esquema N°3. Fases del proyecto



6.1. Fase I. Contextualización Antecedentes.

La contextualización se realizó utilizando la información de las líneas de investigación en enseñanza de biotecnología que existen en el país, el programa de biología molecular de la Licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional, el contexto socio-económico de la biología molecular 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. (Ver anexo 1) 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 y propuestas relacionadas entre los años (1998 y 2013).

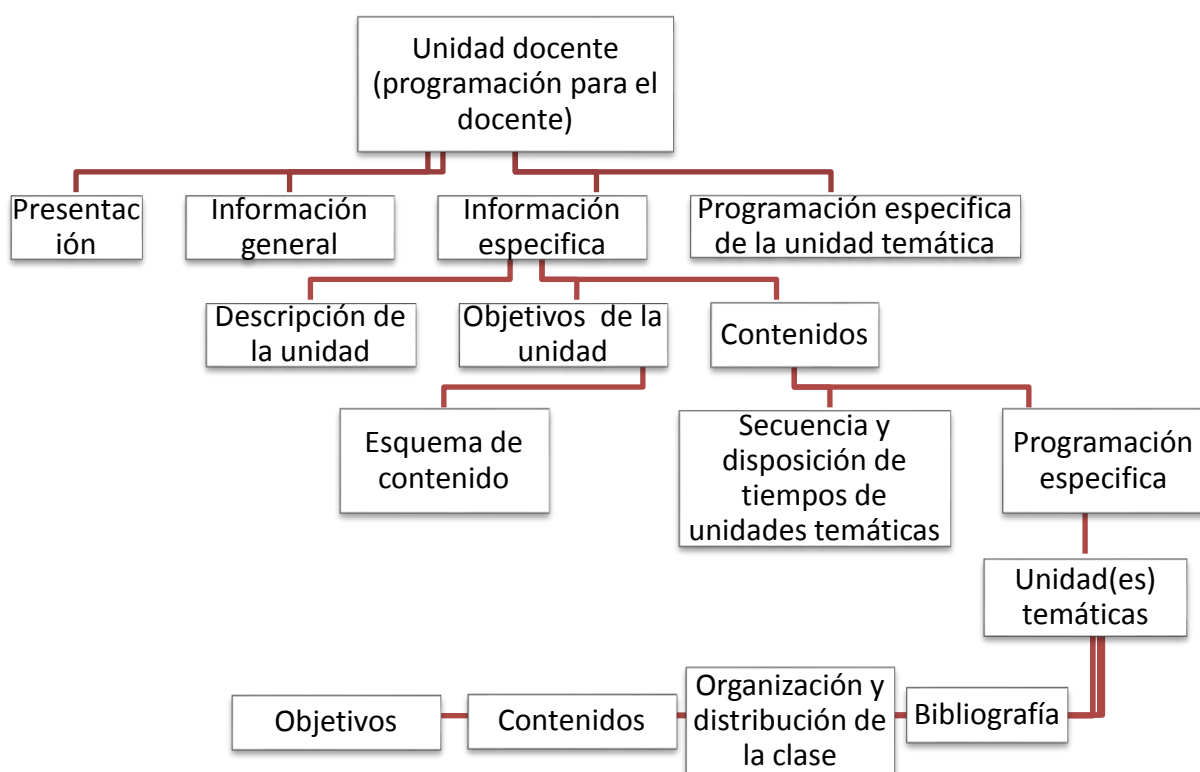
Toda esta información fue utilizada para desarrollar la unidad y escoger los contenidos y las actividades de las diferentes unidades temáticas de la unidad.

6.2. Fase II. Diseño de la unidad didáctica.

6.2.1 Diseño de la unidad docente.

El diseño de unidad Docente se realizó según lo propuesto por Sanmartí, Neus (1994) y este se presenta en el siguiente esquema N4.

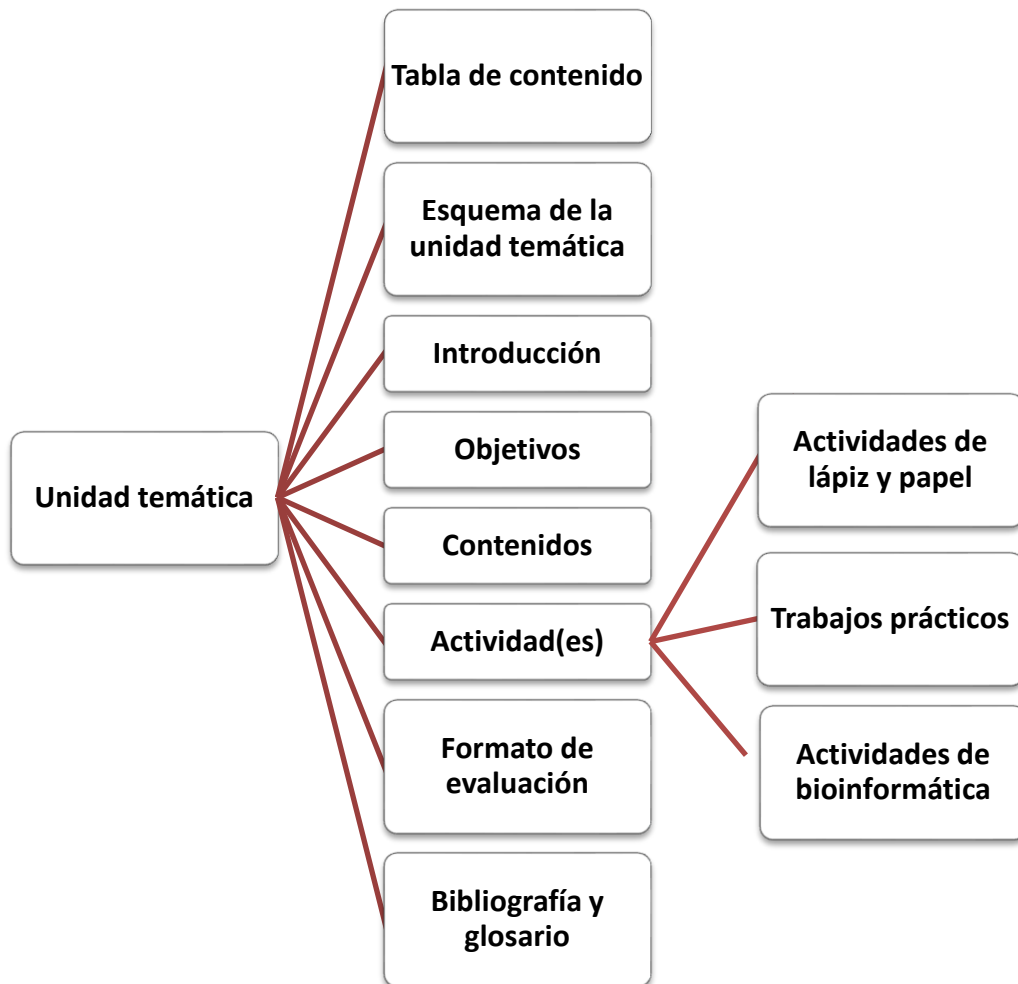
Esquema N°4. Diseño de la unidad docente teniendo en cuenta la propuesta de Sanmartí, Neus (1994).



6.2.2 Diseño de la unidad estudiante.

El diseño de unidad del estudiante se realizó según lo propuesto por Sanmartí, Neus (1994). A continuación se presenta un esquema que ilustra la información contenida en la unidad del estudiante.

Esquema N°5. Diseño de la unidad estudiante teniendo en cuenta la propuesta de Sanmartí, Neus (1994).



6.3 Fase III. 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; el curso estaba compuesto por 18 estudiantes de los cuales 4 fueron hombres y 14 mujeres, con edad entre 18-22 años. La evaluación fue realizada desde los planteamientos socioconstructivistas del aprendizaje, para ello se diseñó un formato (Ver anexo 4) 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 (Ver anexo 3) 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.

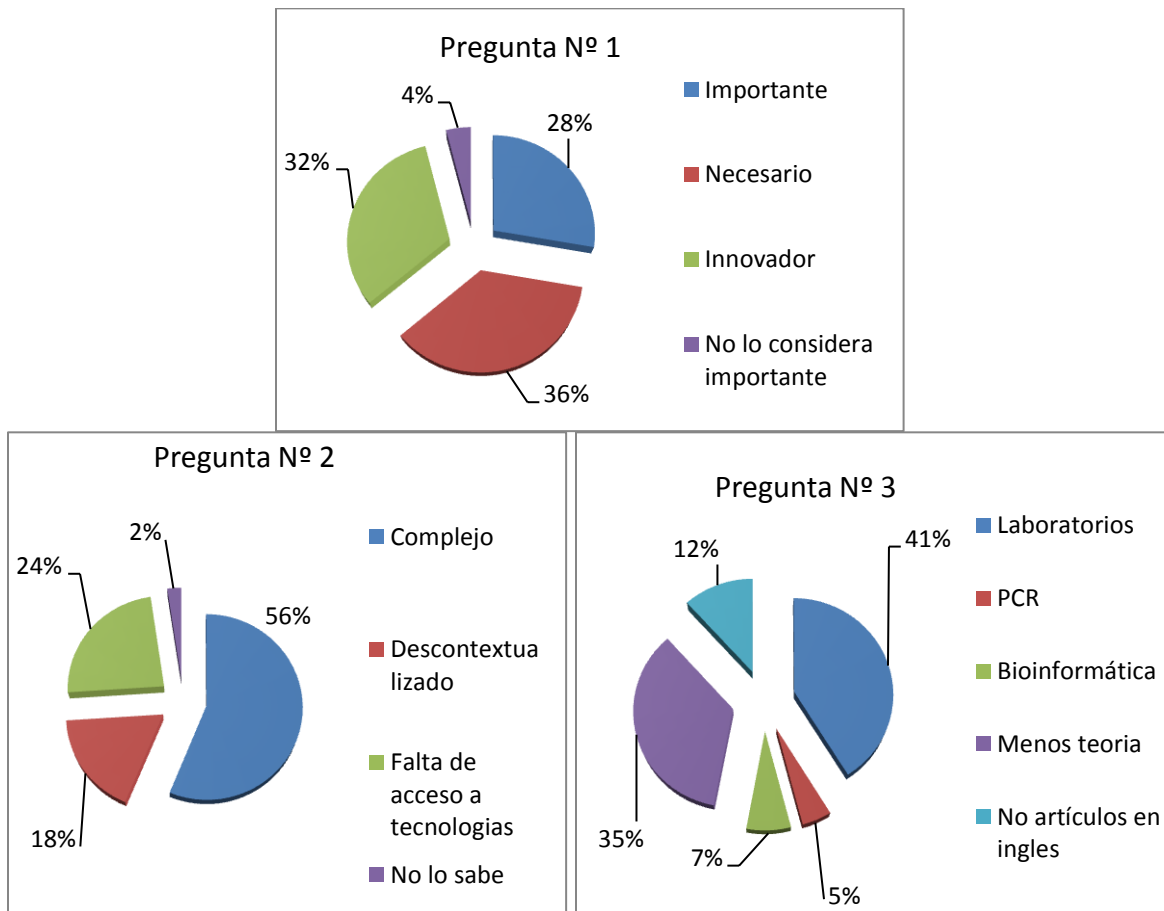
Por último se realizaron ajustes teniendo en cuenta las sugerencias que surgían a lo largo de la aplicación y evaluación de la unidad didáctica. Así como recomendaciones realizadas por docentes especialistas en el tema.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Fase I. Contextualización y antecedentes:

Se realizaron 24 fichas bibliográficas, en relación al contexto y los antecedentes donde se presentaron un total de nueve unidades didácticas con temas que abordan la biología molecular, donde se hace especial énfasis en la tecnología del DNA recombinante, un simulador de biología molecular con bastantes aplicaciones de laboratorios virtuales y dos aplicaciones interactivas para trabajar la temática utilizando las redes sociales. (Ver anexo 1)

Los resultados de la encuesta de pregunta abierta (Ver anexo 5) realizada a los 34 estudiantes del ciclo de profundización se muestran en la grafica N° 1.



Grafica N°1. Respuestas de los estudiantes obtenidos tras la aplicación de la encuesta.

Los análisis se presentan específicamente de acuerdo a cada pregunta:

Para la pregunta N° 1. ¿Considera importante la enseñanza de la biología molecular dentro de las aulas (colegios y universidades)? justifique su respuesta. Se puede observar que en total el 96% de los estudiantes coinciden en que la temática de biología molecular es importante, necesaria e innovadora para desarrollarla en las aulas específicamente haciendo énfasis en los aspectos socioeconómicos; sin embargo el 4% restante responde que son temas mas de interés político, económico y bioético y que por ende no tienen relevancia al momento de la enseñanza por lo que no lo consideran importante.

En la pregunta N° 2. ¿Qué limitaciones se pueden presentar para el aprendizaje y la enseñanza de la biología molecular? .Un 56% de los estudiantes responden que la temática de biología molecular es muy compleja, difícil de aprender y su conocimiento es reducido entre los profesionales por lo que su aplicación en las aulas de clase se ve limitada por la falta de la comprensión del tema entre los licenciados. El 18 % de los estudiantes coinciden en que los temas se encuentran descontextualizados para los colombianos y todos los contenidos aparecen en ingles y hacen referencia a investigaciones y ejercicios realizados en otros países lo que no logra un acercamiento y genera apatía en los estudiantes. El 24% considera que los recursos en la universidad y los colegios están muy reducidos escasos o no son posibles de utilizar lo que dificulta el diseño de actividades en este campo. Finalmente el 2% de los encuestados no conoce las limitaciones.

En la pregunta N° 3. En relación al programa de biología molecular de la UPN que temas considera importantes a incluir, para un mejor aprendizaje de la biología molecular. Un 88% de los estudiantes coinciden en que las actividades que se deben realizar en la materia son los trabajos prácticos y actividades de bioinformática, a lo que algunos responden “estamos cansados de las lecturas” y están bastante entusiasmados por las actividades que les genera curiosidad y consideran “innovadoras” y pertinentes para el curso. El 12% restante hacen

énfasis en no realizar lecturas en inglés ya que los contenidos se les hacen más complejo “se nos dificulta el idioma, y si además el tema es complejo no terminamos de comprender nada”. Por lo que en general los estudiantes esperan de la materia que sea más práctica y menos teórica.

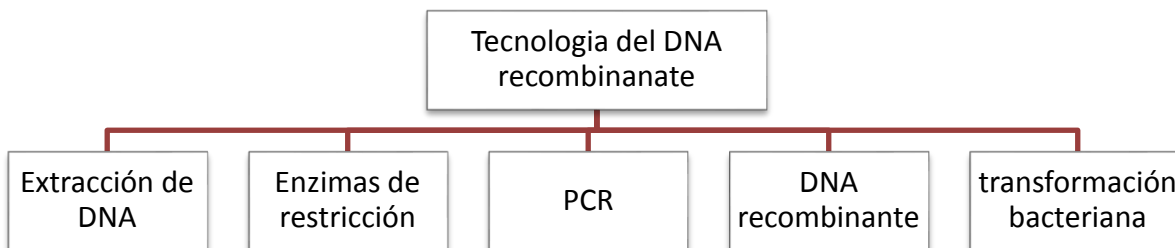
Con estas respuestas obtenidas de los estudiantes se podría concluir que se hace necesaria una unidad didáctica contextualizada que contenga una gran carga de actividades prácticas, analíticas y reflexivas pues todos coinciden que el tema es de gran relevancia en la actualidad.

7.2 Fase II diseño de la unidad didáctica.

El nombre asignado a la unidad didáctica, fue Tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de la biología molecular (Anexo 13: unidad didáctica: Tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de la biología molecular- . (Ver documento adjunto)., y consta de dos apartados: la unidad docente y la unidad del estudiante, ellas se realizaron con base a las características propuestas por Sanmartí, Neus (1994).

Esta unidad tiene un tema principal y aborda sub temáticas (unidades temáticas) de contenido que contienen su respectiva explicación, incluye esquemas, ilustraciones, conceptos esenciales o conocimientos previos necesarios para comprender el tema, permitiendo el desarrollo basado en argumentaciones con actividades de aprendizaje tanto experimentales como reflexivas: las actividades evaluativas de introducción, estructuración y aplicación. Cada grupo de estrategias está relacionado con los procesos cognoscitivos que permiten desarrollar diferentes operaciones mentales. En el esquema 6 se presenta la temática principal y las unidades que la componen.

Esquema N°6. Temática principal de la unidad didáctica, y unidades temáticas que la componen.



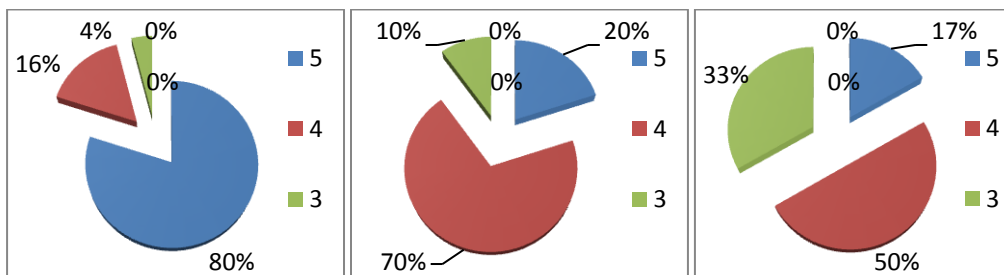
VER ANEXO 13: UNIDAD DIDÁCTICA: TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE PARA LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA MOLECULAR (Ver documento adjunto)

7.3 Fase III. Evaluación, validación y ajustes.

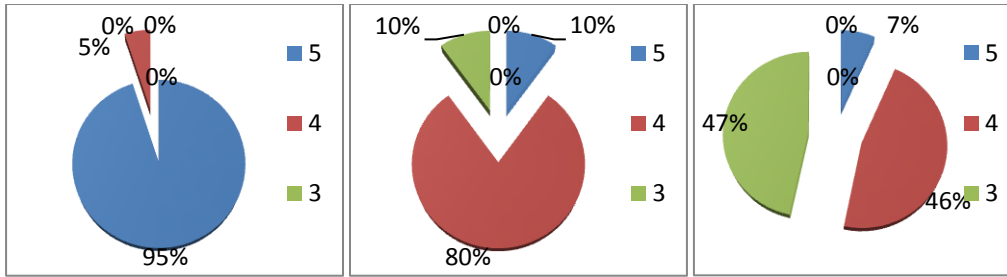
7.3.1. Evaluación.

La evaluación se realizó en cada una de las unidades temáticas de la unidad didáctica donde se evaluaron actividades de introducción, estructuración y aplicación que van desde procesos de aprendizaje simple a complejos teniendo en cuenta los postulados socioconstructivistas para obtener finalmente una nota definitiva.

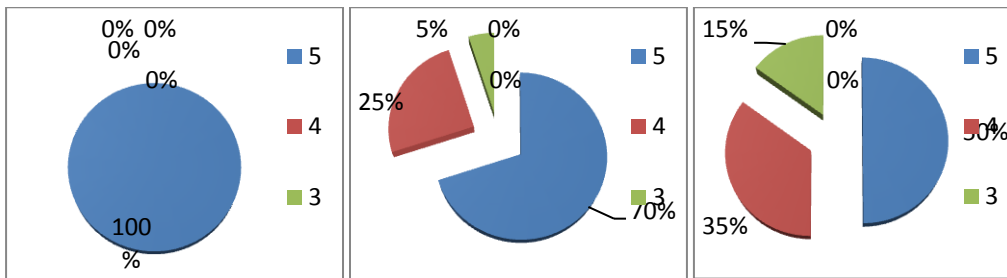
Las Gráficas N°2, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran el compilado con el correspondiente análisis.



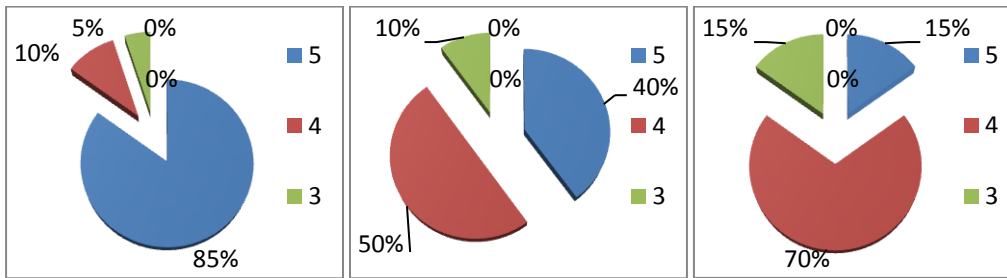
Gráfica N°2. Notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para unidad temática extracción de DNA. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



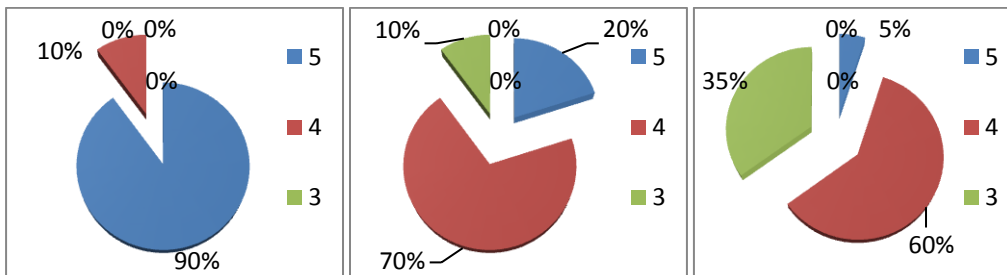
Grafica N°3. Notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para unidad temática enzimas de restricción. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



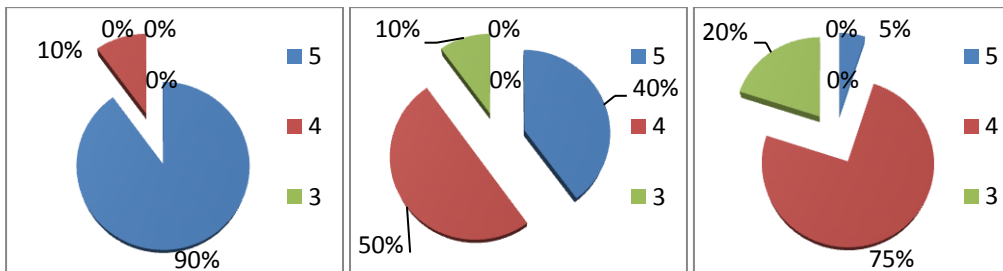
Grafica N°4. Notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para unidad temática PCR. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



Grafica N°5. Notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para unidad temática DNA recombinante. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



Grafica N°6. Notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para unidad temática transformación bacteriana. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.



Grafica N°7. Compilado de notas obtenidas por los estudiantes tras la aplicación de las actividades de introducción, estructuración y aplicación respectivamente, para la unidad didáctica. Valores de 1-5; donde 1 representa la nota más baja y 5 la nota más alta.

Al analizar los resultados se puede observar que los estudiantes tienen mayor dificultad con las actividades de estructuración y aplicación que tienen la finalidad de desarrollar operaciones mentales (transformación mental y razonamientos hipotético, divergente, analógico, inferencial y progresivo) más complejas que las actividades de introducción (identificación, comparación, síntesis, clasificación, codificación, diferenciación, representación mental) con excepción de la unidad de PCR posiblemente porque es el tema más conocido por los estudiantes.

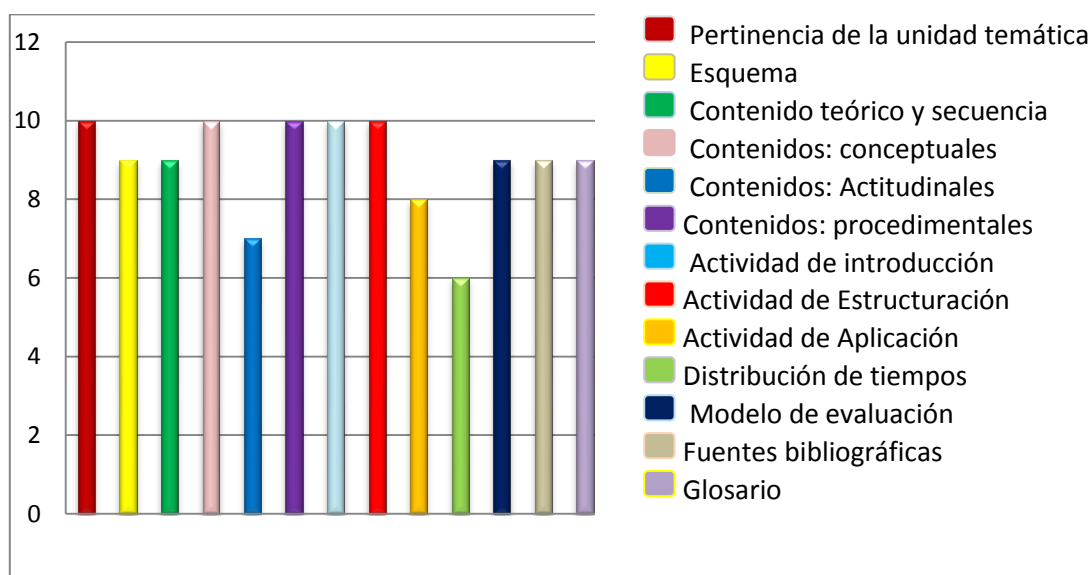
Por otra parte en forma general se observa que los estudiantes obtienen la mayor calificación (nota 5) en porcentajes de 80-100% en las actividades de introducción que básicamente están constituidas por prácticas de laboratorio real y virtual, posiblemente por su facilidad y gran motivación.

Por último se observa que las notas de las evaluaciones estuvieron entre 4 y 5 permitiendo inferir que los estudiantes estuvieron motivados en el desarrollo de las diferentes actividades.

7.3.2. Validación

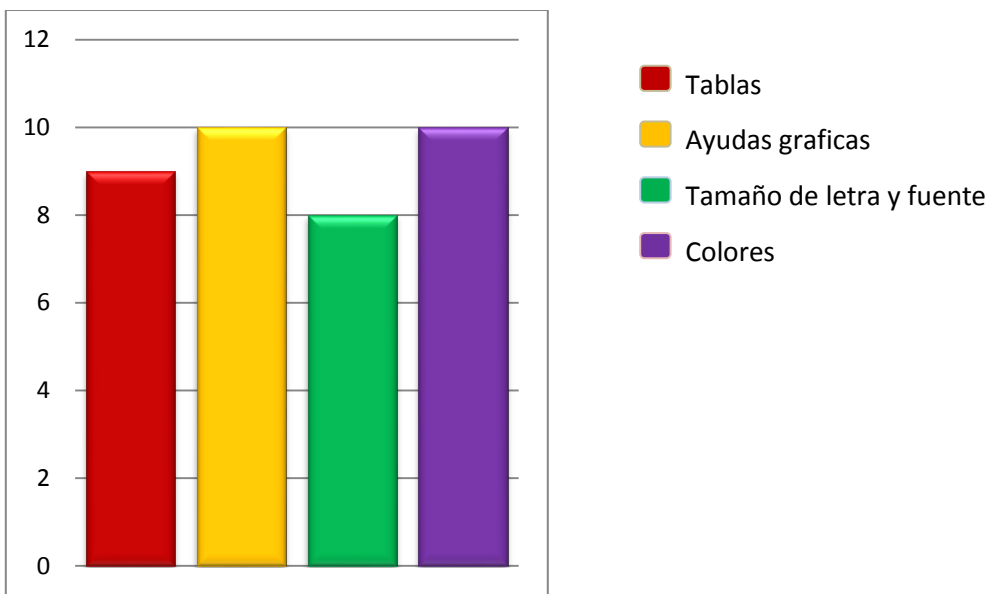
7.3.2.1 Validación estudiantes.

Los estudiantes que validaron la unidad didáctica fueron 18 estudiantes del curso introducción a la biotecnología (Ver anexo 6)



Grafica N°8. Compilado de validación obtenida por los estudiantes, correspondiente al contenido de la unidad didáctica. Valores de 1-10; donde 1 representa la nota más baja y 10 la nota más alta.

Al analizar los resultados de la validación de la unidad didáctica con respecto al contenido podemos observar que los estudiantes escogieron un valor de 10 para la pertinencia de la unidad didáctica, los contenidos procedimentales, actividad de introducción, de estructuración y contenidos conceptuales; y un valor de 9 para el esquema, contenido teórico y secuencia, modelo de evaluación, fuentes bibliográficas y glosario, 8 para las actividades de aplicación, 7 para los contenidos actitudinales y finalmente 6 en relación a la distribución de tiempos. Por lo que en general se puede inferir que la unidad didáctica tuvo buena aprehensión por parte de los estudiantes.

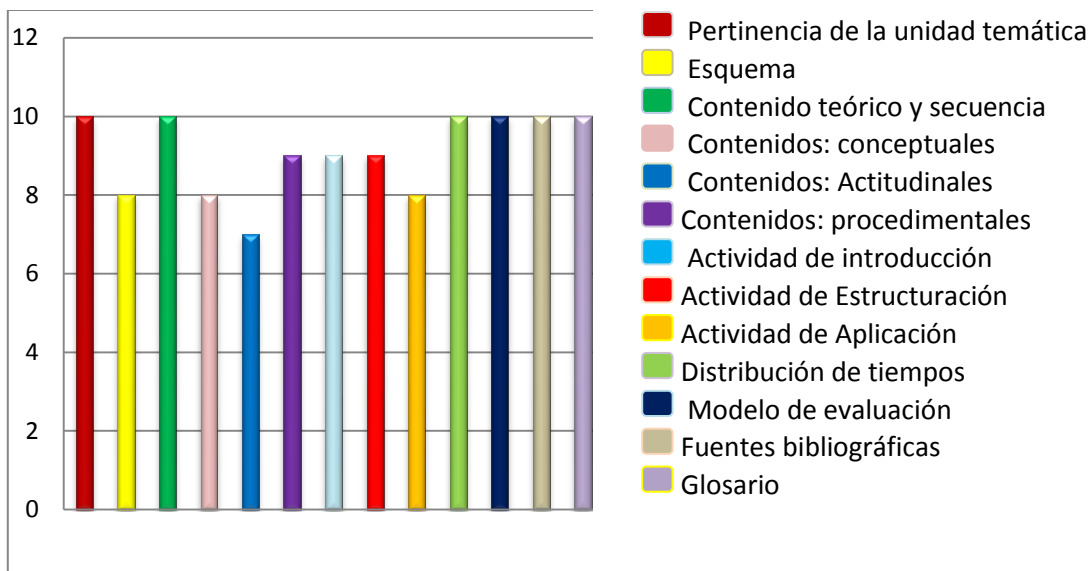


Grafica N°9. Compilado de validación obtenida por los estudiantes, correspondiente a la parte estética de la unidad didáctica. Valores de 1-10; donde 1 representa la nota más baja y 10 la nota más alta.

Con relación a los resultados con respecto a la parte estética los estudiantes validaron 10 en relación a las ayudas graficas y colores, 9 para las tablas y finalmente 8 para tamaño de letra y fuente. Por lo que se infiere que visualmente fue de agrado para los estudiantes y permitió identificar correctamente las imágenes, gráficos, letra fuentes etc.

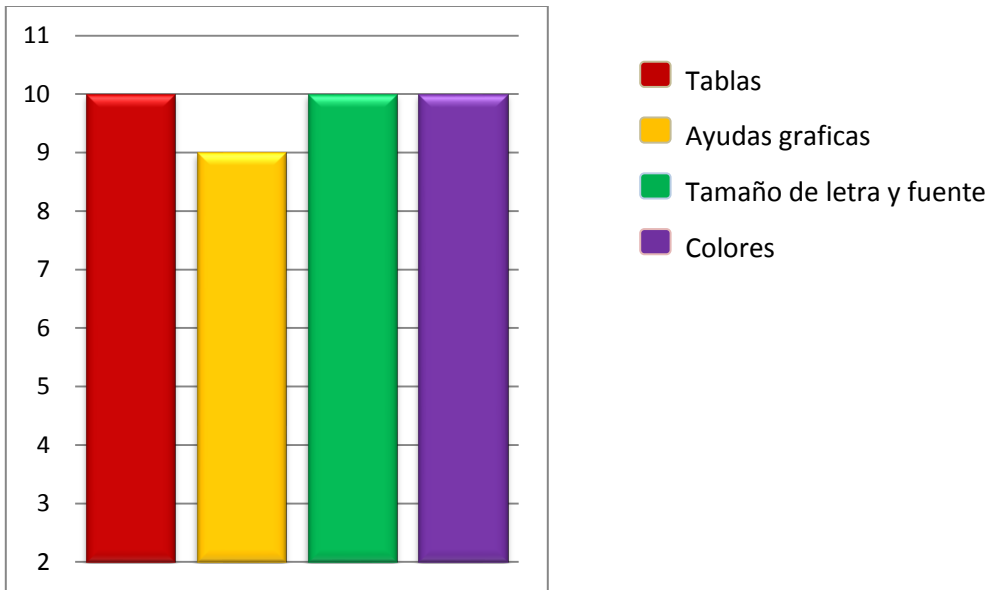
7.3.2.2 Validación docente.

La unidad fue validada por dos docentes especialistas uno en la parte didáctica y otro en la parte disciplinar (Ver anexo 12) dichos resultados se presentan a continuación.



Grafica N°10. Compilado de validación obtenida por los docentes, correspondiente al contenido de la unidad didáctica. Valores de 1-10; donde 1 representa la nota más baja y 10 la nota más alta.

Con relación a los resultados de la validación de la unidad didáctica con respecto al contenido los docentes validaron con un valor de 10 en relación a la pertinencia de la unidad didáctica, contenido teórico y secuencia, distribución de tiempos, modelo de evaluación, fuentes bibliográficas y glosario, un valor de 9 para contenidos procedimentales, actividad de introducción y estructuración, un valor de 8 para las actividades de aplicación, el esquema, contenidos conceptuales y actividad de aplicación y finalmente 7 para los contenidos actitudinales. Por lo que en general se puede inferir que la unidad didáctica propicia un acercamiento y comprensión de la temática, tuvo buena aprehensión por parte de los docentes puesto que desarrolla los procesos mentales propuestos.



Grafica N°11. Compilado de validación obtenida por los docentes, correspondiente a la parte estética de la unidad didáctica. Valores de 1-10; donde 1 representa la nota más baja y 10 la nota más alta.

Con relación a los resultados de la validación de la unidad con respecto a la parte estética los docentes validaron con 10 los colores, tablas, tamaño de letra y fuente, finalmente un valor de 9 para las ayudas gráficas. Por lo que se infiere que la lectura y gráficas permiten comprender la unidad didáctica desde la parte estética se encuentra bien estructurada.

Al comparar la validación de los estudiantes y los docentes se puede decir que en general los valores se encuentran sobre 7 para ambos casos por lo que se deduce que en general la unidad didáctica si puede ser una alternativa para la enseñanza de la biología molecular, por otro lado encontramos que las actividades de aplicación y contenidos actitudinales fueron las que en general recibieron mayor número de sugerencias y menor puntaje al momento de la validación; posiblemente falto revisar minuciosamente lo que realmente se pretendía transformar en las actitudes de los individuos, los elementos como las actividades en general no fueron percibidas por los estudiantes y en ocasiones no se realizó la socialización, las actividades propuestas posiblemente en todos los casos no cumplieron con los requisitos que se pretendían o no fueron muy explícitas en

relación con la etapa de aprendizaje y tipo de actividad lo que pudo generar confusión, y como resultado de ello puede ser las bajas notas en los estudiantes al realizar este tipo de actividades.

Las actividades de introducción fueron las propuestas que mayor recibieron puntuación y comentarios positivos por ser propuestas innovadoras que sirvieron como incentivo para llamar la atención y generar interés en los estudiantes acerca de la unidad temática, por ser trabajos prácticos los estudiantes se mostraron muy a gusto, lo se relaciona con los intereses y las expectativas de los estudiantes manifestadas en la entrevista acerca de lo que se debería mostrar en la asignatura.

Análisis comparativo con otras unidades didácticas:

En España se presenta la publicación de 3 unidades didácticas diseñadas por: 1. Margarit, A. L. & Sarrión, S. I. (2012) para la asignatura de genética molecular de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, para la enseñanza de técnicas básicas en biología molecular y técnicas básicas de la genética molecular. 2. El Centro de Profesorado Priego-Montilla realiza la publicación sobre Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental (Quintanilla, G. M., Daza R. S. & Merino R. C. 2010) cumple con todas las características de una unidad didáctica, partiendo de un enfoque pedagógico constructivista bien estructurado desde la pedagogía de la resolución de problemas como propuesta que permite desarrollar el pensamiento crítico. Esta unidad y la unidad propuesta en este trabajo se proponen desde las posturas constructivistas y se basan en el proceso de aprendizaje propuesto por Sanmartí (1994) ellos postulan las situaciones problema como punto de referencia para el desarrollo de todas las actividades a lo largo de la unidad, no se trabajan actividades practicas ni graficas, lo que limita la comprensión de los lectores a partir de solo el texto. Por otro lado se especifica que entre los antecedentes referenciados es la unidad más completa a nivel

evaluativo ya que al finalizar cada actividad específica cómo se evalúa, temas que no se tuvieron mucho en cuenta a la hora de diseñar la unidad.

La unidad didáctica: Unidad Didáctica: Biología Celular y Molecular (González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T., González, P., Martínez, C. & García, R. 2011) es una buena propuesta de unidad didáctica dirigida específicamente al docente, ambas cumplen con todas las características postuladas por Sanmartí (1994) pero no construyen la unidad para el estudiante, aborda principalmente las actividades laboratorio y de bioinformática señaladas como fundamentales para las materias de biología molecular y afines incluidos en una universidad.

La unidad didáctica: Unidades Didácticas de Biología Molecular (Domínguez, L. J., Pérez, A. C. & Matilla, A. E. 2003) aborda contenidos históricos y epistemológicos, los contenidos conceptuales son muy limitados y en ocasiones no se presentan otras dimensiones con respecto a un concepto sino más en la aplicación. Estéticamente las gráficas presentadas son imágenes mal copiadas de libros lo que impide en muchos casos reconocer su significado, el tamaño de letra y fuente es adecuado pero en la unidad no se manejan los diferentes espacios de la página ni los colores lo que hace que el documento no sea de agrado al lector. Con respecto a las actividades esta presenta gran variedad de actividades haciendo énfasis especialmente en aquellas de aplicación, donde se formulan bastantes actividades de lápiz y papel de tipo resolución de problemas, aunque dejan de lado los trabajos prácticos. Cumple con todas las características de una unidad didáctica pero no hace énfasis en aspectos pedagógicos importantes como enfoque pedagógico, lo que la hace más flexible para los diferentes estilos de los docentes. Las temáticas PCR, enzimas de restricción y DNA recombinante se proponen como fundamentales para la enseñanza de la biología molecular, ya que abordan temáticas de amplia aplicación y fuente de muchas situaciones problema de la sociedad.

7.3.3 Ajustes.

Los ajustes se realizaron en base a las sugerencias aportadas por los estudiantes, y docentes a lo largo de la aplicación de la unidad didáctica. Adicionalmente se fueron integrando diferentes elementos, como el tiempo de aplicación de cada unidad temática, actividades de lápiz y papel como problemas basados en situaciones hipotéticas, socialización y evaluación.

8. CONCLUSIONES

La unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de la biología molecular representa una alternativa para propiciar un acercamiento y comprensión de la temática, ya que bajo esta propuesta se contextualiza el contenido creando situaciones donde los estudiantes del ciclo de profundización de la Universidad Pedagógica Nacional puedan visualizar nuevas maneras de aprender. Contribuyendo a la proyección de nuevas formas de apropiación e incorporación de la enseñanza de la biología y las ciencias naturales en las aulas de clase, fortaleciendo la investigación pedagógica y didáctica en este campo atendiendo a las necesidades del sector educativo nacional.

La realización de una unidad didáctica para la enseñanza de la biología molecular para la UPN propone estrategias posibles de trabajar en aulas de clase, ya que permite que los docentes en formación desarrollen destrezas y habilidades no solo para adquirir los conocimientos teóricos, sino para incentivar a los estudiantes a desarrollar propuestas didácticas en aulas de clase involucrando diferentes aspectos como el uso de laboratorios, TICs, actividades de bioinformática, de lápiz y papel, en relación a la biología molecular que una temática que los docentes deben conocer y enseñar.

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación de la unidad se puede decir que en general tuvo buena aceptación por parte de los estudiantes, como se evidencia en las evaluaciones realizadas donde en promedio la mayoría obtuvieron una nota entre 3,5 y 4,5. En escala de 1.0 a 5.0.

La validación por parte de los estudiantes permite inferir que en general tuvo una gran aproximación desde los intereses de los estudiantes manifestados en la encuesta donde se mostró la importancia de los trabajos prácticos, las actividades de bioinformática, la contextualización de las actividades, la innovación para la formulación de propuestas, las aplicaciones didácticas, los contenidos

presentados en lengua española, etc. Esto permitió que la unidad tuviera gran aprehensión por parte de los estudiantes al momento de la aplicación lo cual se evidencio en las notas favorables obtenidas por los estudiantes.

La validación por parte de los docentes manifiesta la importancia de integrar mejor los contenidos actitudinales en la unidad ya que al momento de la aplicación una de las razones por las cuales las notas de los estudiantes no se presentaron en el mismo promedio que en las actividades de introducción, puede ser que dichos contenidos no estaban muy claros a lo largo de la unidad, lo que pudo ser una limitante en la aplicación de estas actividades, específicamente en los problemas basados en situaciones hipotéticas.

9. RECOMENDACIONES

Para la realización de trabajos posteriores en relación a la temática de biología molecular proyecto se sugiere tener en cuenta:

Dadas las múltiples aplicaciones de la biología molecular y su impacto en la sociedad colombiana, existe un gran potencial que se podría establecer como punto de partida al interior de la línea de biotecnología y educación como un grupo de investigación o un curso donde se estudien específicamente propuestas didácticas con alto potencial a ser utilizadas por los estudiantes de la licenciatura en la práctica pedagógica y trabajo de grado, como lo son: el uso de las TICs en biología molecular, herramientas bioinformática, Trabajos prácticos, actividades de lápiz y papel de esta área específica.

Ampliación de temáticas en relación a la biotecnología desde bioprocesos, bioprospección, OGM, filogenia molecular, microbiología etc.

Empleo de mayor número de actividades problematizadoras y reflexivas que permitan hacer un seguimiento más exhaustivo al proceso de aprendizaje y evaluación de los contenidos en biología molecular.

10. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- ACGH (Asociación colombiana de genética humana). (2013). *Centros de biología Molecular en Colombia*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de <http://acgh.com.co/>
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J. (2002). *Biología molecular de la célula*. Tercera edición. Barcelona: Ediciones Omega.
- 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/>
- 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/>
- AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola). (2013). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, <http://www.agrobio.org> Bogotá D.C
- AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) (2005). *Bío-Aventura; una exploración en el mundo de la biotecnología vegetal agrícola*. Programa de educación en biotecnología agrícola, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. D.C.
- AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) (2005). *Biotecnología: Mitos y Realidades*. Programa de educación en biotecnología agrícola.
- Bioeducación (2006). Configuraciones didácticas con elementos de Biotecnología incorporados en el currículo de Ciencias Naturales. *Secretaría de Educación del Distrital*. Universidad Nacional de Colombia. Gas Natural ESP. Serie Estudios y Avances. Bogotá.
- Bioeducación (2005). *Construyamos Futuro desde el laboratorio de Ciencias Naturales*. *Secretaría de Educación del Distrital*. Universidad Nacional de Colombia. Gas Natural ESP. Serie Estudios y Avances. Bogotá.

- BIOMODEL (2013). Páginas de complemento al estudio de bioquímica y biología molecular. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://biomodel.uah.es/principal.htm>
- Bio-Rad (2013). Bacterial Transformation Kit pGLO™. Biotechnology Explorer Team Bio-Rad. Recuperado de www.bio-rad.com/.../Bulletin_1660033EDU.pdf .
- Biosecc. (1998). Incorporación de la Biotecnología en la Educación Básica y media. Revista Colombiana de Biotecnología, Bogotá, 1(2) 7-68.
- Caro M., Vivas L., García., Camacho A., Ramírez O. & Fuya A. (2004). Herramienta Multimedia Para la Enseñanza de Ciencias Naturales a Partir de la Biotecnología. Ministerio del interior y justicia, Bogotá D.C.
- Claros, Gonzalo. (2003). Aproximación histórica a la biología molecular a través de sus protagonistas, los conceptos y la terminología fundamental. *Panace@*, 4(12), 168-179. Recuperado de <http://www.medtrad.org/pana.htm>.
- COLCIENCIAS. (2013). Grupo de investigación; Biotecnología y Educación. GrupLac, Colciencias. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, <http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000000237>
- Cooper, G. M., Housman. R. E. (2002). *Cooper,s la célula*. Segunda edición. Madrid: Marbán.
- Córdoba, Díaz L. (2012). Valoración de la usabilidad técnica y didáctica de los simuladores de laboratorio virtual para biología molecular DBI-UPN. *Trabajo de grado*, Bogotá D.C, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Corporación CorpoGen investigación y biotecnología. (2013). Recuperado el 10 de Mayo de 2013 de: <http://www.corpogen.org>.
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A., Flores, G. (2007). *Biología*. Sexta edición. Médica Panamericana. Recuperado de <http://www.cobach-elr.com/academias /quimicas/biologia/biologia/curtis/inicio.htm>
- Cultek S.L.U. (2006). TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE. Recuperado el 10 de Mayo de 2013 de: <http://www.cultek.com/>

- De Zubiria, S. & Romero, A. (2004). *Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas; estructuración cognitiva*. .
- Domínguez, L. J., Pérez, A. C. & Matilla, A. E. (2003). Unidades Didácticas de Biología Molecular que sirve como materia educativo para segundo de bachillerato. Centro de Profesorado Priego-Montilla, CEP Junta de Andalucía y el Consejo de Educación y Ciencia. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~cepc03/>
- Educar (2013) Proyecto Genoma Humano Aportes para la enseñanza en el nivel medio. *Ministerio de Educación de la Nación Argentina*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://aportes.educ.ar/>
- Educarchile el portal de la educación. (2013). Video: ADN. Aula audiovisual. MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.educarchile.cl>
- Educarchile el portal de la educación. (2013). Presentación; historia del ADN. Aula audiovisual. MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.educarchile.cl>
- Educarchile el portal de la educación. (2013). Aplicación; ADN e información genética. Aula audiovisual. MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.educarchile.cl>
- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>
- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). *Unidad 1: Microbes and molecules*. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>
- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). *Unidad 2: DNA profiling*. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>
- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). *Unidad 6: DNA model kit*. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>

- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). *Unidad 17: Biotechnology: past and present*. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>
- EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). *Unidad 19: Biotechnology education through drama*. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.eibe.info/>
- El Mundo (2013) sobre ADN y cromosomas. Aportes para la enseñanza en el nivel medio. *Ministerio de Educación de la Nación Argentina*: Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://aportes.educ.ar/>
- Falcón, L. I., Varela A., Eguiarte, L., Souza, V., Xitlali A. (2007). *Ecología molecular, quinta parte las herramientas moleculares. Extracción de ácidos nucleicos*. México: Instituto Nacional De Ecología de México.
- Fallini, Riccardo. (2013). *MolecularLab*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.molecularlab.it/>
- Gallón, D. R & Mejía M. D (2012). Diseño de un tutorial de herramientas bioinformática, útil para el trabajo en filogenia molecular. *Trabajo de grado*, Bogotá D.C, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gilbert, W., Villa, K. (1980). Proteínas útiles obtenidas a partir de bacterias recombinantes. *Investigación y ciencia*. (45), 46-56. Barcelona: LABOR.
- Griffiths, A., Miller, J., Suzuki, D., Lewontin, R., Gelbart, W. (1998). *Genética*. Madrid: McGraw Hill interamericana.
- Griffiths, A., Miller, J., Suzuki, D., Lewontin, R., Gelbart, W. (2005). *Genética*. Sexta edición en español. Madrid: McGraw Hill interamericana.
- González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T., González, P., Martínez, C. & García. R. (2011). *Unidad Didáctica sobre Biología Celular y Molecular; Área curricular: Ciencias Básicas Biológicas*. San Carlos de Guatemala.
- Hernández, J., Mariño, L., Orozco, C., Naváez, J. (1997). Uso de la reacción en cadena de la polimerasa para caracterizar aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis*. *REVISTA CORPOICA*, 2(1), 1-9.

- Ibáñez, Gloria. G. (1992). Planificación de unidades didácticas: una propuesta de formalización. *Aula de innovación educativa*, (1) 13-15.
- IBUN (Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia). (2013). Grupo transversal Biosec. Bogotá D.C Recuperado 10 de Mayo de 2013, de http://www.ibun.unal.edu.co/lineasGrupos/GruposTransversales/L&G_GT_Biosec.html
- IBUN (Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia). (2013). Grupo transversal Bioeducación. Bogotá D.C Recuperado 10 de Mayo de 2013, <http://www.ibun.unal.edu.co/lineasGrupos/GruposTransversales/Bioeducacion.html>
- INS (Instituto Nacional de Salud). (2013). Grupos de investigación. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/investigacion/>
- Iñiguez, P. Francisco J. (2005). La enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- Jorba, J. & Sanmartí, N. (1996). Función pedagógica de la evaluación. *Aula Innovación educativa*. (20). Barcelona.
- Karp, Gerald. (2006). *Biología celular y molecular, conceptos y experimentos*. Cuarta edición. McGraw Hill in-teramericana.
- Lodish, H., Berk, A., Matsudaira P., Kaiser, C. A., Krieger, M., Matthew P., Lawrence, S., Zipursky., Darnell, J. (2005). *Molecular Cell Biology*. Quinta edición. New York: Médica Panamericana. Recuperado de <http://bcs.whfreeman.com/lodish5e>.
- Madigan, M., Martinko, J., Parcker, J. (2004). *Brock Biología de los Microorganismos*. Décima Edición. Madrid: Pearson Prntice Hall.
- Margarit, A. L. & Sarrión, S. I. (2012). Guía docente genética molecular. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. Valencia. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.ucsm.es>
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (2004). *Brock Biología de los Microorganismos*. Décima Edición. Madrid: Pearson Prentice Hall.

- 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, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles>
- MEN (Ministerio de Educación Nacional). (2013). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior; *Ministerio de Educación Nacional*: República de Colombia. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de <http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/>
- MENA (Ministerio de Educación de la Nación Argentina). (2013). Educar (El portal educativo del Estado argentino). *MENA*. Buenos Aires. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://aportes.educ.ar/>
- Melo, Lola C. (2013). Programa de biología molecular. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.
- Melo, Lola C. (2005). La enseñanza de la genética y la biología molecular basada en un modelo de aprendizaje como investigación dirigida. *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*.
- Melo, Lola C. (1998). Integración de la biotecnología al currículo del IPN Colombia, Evento: XXXIII, *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*. Ponencia
- Melo, Lola C. (2004). La enseñanza de la genética y la biología molecular basada en el modelo de enseñanza aprendizaje como investigación, Evento: XXXIX Ponencia: *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*.
- Melo, L. C. & Celis, L. (2001). Revisión de contenidos curriculares de biología molecular y genética en la educación media, Evento: XXXVI Ponencia: *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*.
- Melo, L. C. & Chavarro, A. C. (2008). Elaboración de una unidad didáctica que integra elementos de microbiología, molecular, biotecnología y NdC para la enseñanza del concepto OPERON. *Bio -grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Edición Extra-Ordinaria. Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de

- Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 459-470.
- Melo, L. C. & Quezada, J. (1998). Una experiencia de la biología molecular con estudiantes de educación media. *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*.
- Melo, L. C., Valbuena, U. E. & Quezada, J. (1998) Una experiencia de enseñanza de la biología molecular con estudiantes de educación media, Evento: XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas Ponencia: *Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas*.
- MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile). (2013). Educarchile el portal de la educación. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: <http://www.educarchile.cl>
- Montes, Jiménez J. (2011). Obtención de protocolo para el aislamiento cultivo y extracción del ADN de *Chlorella vulgaris*. *Trabajo de grado*, Bogotá D.C, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- NCBI. (2013). National Center for Biotechnology Information. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Camejo, Armando, R. (2006) La epistemología constructivista en el contexto de la post-modernidad. *Nómadas*. 14(2) 1-7.
- Novick, Richard. (1981). Plásmidos. *Investigación y ciencia*. (53), 46-59. Barcelona: LABOR.
- Ortiz, M. & Borjas, B. (2008). La Investigación Acción Participativa: aporte de Fals Borda a la educación popular. 17(4). 615-627. *Espacio Abierto*. Asociación Venezolana de Sociología.
- Pope, B., Kent M. H. (1996). High efficiency 5 min transformation of *Escherichia coli* Nucleic Acids Research. Oxford University Press. 24(3), 536–537.
- 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° 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° 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° 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° 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° 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° 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° 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° 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>.
- Protein Data Bank. (2013). © RCSB Protein Data. Recuperado de <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
- Quintanilla, G. M., Daza R. S. & Merino R. C. (2010). *Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental; Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico Volumen 4*. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, FONDECYT.
- Roa, A. R., Garcia, S. Y., & Chavarro, A. C. (2008). Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología. , *Educación Y Educadores*. 11(2), 69-88.
- Robertis, E. M., HIB, José. (2004). *Fundamentos de biología celular y molecular de De Robertis*. Cuarta edición. Buenos Aires: El Ateneo.
- Sambrook, J., Fritsch, E. F., Maniatis T. (1989). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 3 Volume Set*. Segunda edición. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sánchez P., Saldaña, H. (2004). La reacción en cadena de la polimerasa a dos décadas de su invención. *CIENCIA UANL*, 7(3), 323-335.
- SnapGene. (2013). Software for everyday molecular biology. Copyright © 2013 GSL Biotech LLC. Recuperado de <http://www.snapgene.com/>

- 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.
- Stahl Franklin, W. (1987). Recombinación genética. *Investigación y ciencia*. (127), 42-55. Barcelona: LABOR
- Santisteban, Niño A. (2011). Informes de pasantías desarrollada en el laboratorio de diagnostico fitosanitario (LANDF) en el área de análisis molecular del instituto colombiano agropecuario-ICA. *Trabajo de grado*, Bogotá D.C, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sigüenza, A.F. y Sáez, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. Departamento de Biología Celular y Farmacología, Valladolid. *Enseñanza de las ciencias*, 8 (3), 223-230
- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (2013). Computer exercise: Design of PCR and PCR-RFLP experiments. Recuperado de http://insilico.ehu.es/edu/PCR_es
- UPN (Universidad pedagógica Nacional). (1998). Proyecto curricular de licenciatura en biología. Departamento de biología. Bogotá D.C
- Valbuena, Ussa E. (1998). Contribución al Desarrollo de la Biotecnología desde la Educación en los niveles Básica y Media, Tecne Episteme Y Didaxis.
- Valbuena, U. E. & De La Torre, G. (1998). Diseño de un material para la enseñanza de la Biología Molecular dirigido a estudiantes de educación media: Primer Encuentro Distrital de Experiencias en Biotecnología en el Nivel de Educación Básica Ponencia: *Memorias Primer Encuentro Distrital de Experiencias en Biotecnología en el Nivel de Educación Básica*.

11. ANEXOS

ANEXO 1: FICHAS BIBLIOGRÁFICAS

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 01
Título: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales formar en ciencias ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer.		
Autor(es): MEN (Ministerio de Educación Nacional)		
Tipo de documento: Libro	Año: 2004	
Editorial: Ministerio de Educación Nacional	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles		
<p>Contenidos: “El Gobierno Nacional se propuso la tarea de adelantar una Revolución Educativa y la fijó como la primera de sus herramientas en materia de equidad social, con el pleno convencimiento de que la educación es el camino para garantizar la paz, la igualdad de oportunidades y el desarrollo del país. El desafío, en el que queremos que nos acompañen todos los colombianos, es formar a las nuevas generaciones para que estén en plena capacidad de responder a los retos del siglo XXI, que incluyen su activa participación en la sociedad del conocimiento” p 3.</p> <p>Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales grado octavo a noveno:</p> <p>“Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.” p 20.</p> <p>“Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario” p 20.</p> <p>“Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético” p 20.</p> <p>“Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria” p 20.</p> <p>“Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética” p 20.</p> <p>Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales grado decimo a undécimo</p> <p>“Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.” p 20.</p> <p>“Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos.” p 22.</p> <p>“Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia.” p 22.</p> <p>“Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas” p 22.</p> <p>“Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia” p 22.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 02
Título: Sistema nacional de información de la educación superior		
Autor(es): MEN (Ministerio de Educación Nacional)		
Tipo de documento: Informe	Año: 2013	
Editorial: Ministerio de Educación Nacional	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/		
Contenidos:		
<p>El documento presenta 188 programas de biología microbiología y afines en niveles de pregrado, especializaciones, maestrías y doctorados; distribuidos en 52 instituciones de educación superior en las principales ciudades del país.</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA 2. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA-UNAB- 3. COLEGIO INTEGRADO NACIONAL ORIENTE DE CALDAS - IES CINOC 4. COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA 5. CORPORACION UNIVERSITARIA DE COLOMBIA IDEAS 6. CORPORACION UNIVERSITARIA DEL META 7. CORPORACION UNIVERSITARIA LASALLISTA 8. ESCUELA NAVAL DE CADETES ALMIRANTE PADILLA 9. FUNDACION UNIVERSIDAD DE BOGOTA - JORGE TADEO LOZANO 10. FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE - UNIVERSIDAD DEL NORTE 11. FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN 12. FUNDACION UNIVERSITARIA INTERNACIONAL DEL TROPICO AMERICANO 13. FUNDACION UNIVERSITARIA JUAN N. CORPAS 14. POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID 15. UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES 16. UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE 17. UNIVERSIDAD CES 18. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 19. UNIVERSIDAD DE CALDAS 20. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA 21. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES UDCA. 22. UNIVERSIDAD DE CORDOBA 23. UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA 24. UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA 25. UNIVERSIDAD DE LA SALLE 26. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES 27. UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS 28. UNIVERSIDAD DE NARIÑO 29. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA 30. UNIVERSIDAD DE SANTANDER – UDES 		

31. **UNIVERSIDAD DE SUCRE**
32. **UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO**
33. **UNIVERSIDAD DEL CAUCA**
34. **UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**
35. **UNIVERSIDAD DEL QUINDIO**
36. **UNIVERSIDAD DEL TOLIMA**
37. **UNIVERSIDAD DEL VALLE**
38. **UNIVERSIDAD EL BOSQUE**
39. **UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA**
40. **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**
41. **UNIVERSIDAD LIBRE**
42. **UNIVERSIDAD MARIANA**
43. **UNIVERSIDAD MILITAR-NUEVA GRANADA**
44. **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**
45. **UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA – UPTC**
46. **UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**
47. **UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI**
48. **UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR**
49. **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA – UTP**
50. **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL CHOCO-DIEGO LUIS CORDOBA**
51. **UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**
52. **UNIVERSIDAD DISTRITAL**

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 03
Título: Programa de biología molecular		
Autor(es): Lola Constanza Melo		
Tipo de documento: Programa de asignatura	Año: 2013	
Editorial: Universidad Pedagógica Nacional	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de biología		
Contenidos: programa de biología molecular curso teórico-práctico		
PRESENTACIÓN DEL CURSO		
<p>“La Universidad Pedagógica Nacional al ser el mayor ente estatal encargado de la formación de profesores tiene una responsabilidad muy alta en la calidad de la educación a nivel nacional. De nuestro departamento tienen que salir egresados capaces de adaptarse al mundo dinámico de las ciencias del siglo XXI, de tal manera, que el aporte de materias que permitan conocer los métodos actuales para abordar las moléculas de la vida, facultaran al egresado de una manera actualizada y acertada para responder las preguntas formuladas por los inquietos estudiantes de esta generación” p 1.</p>		
<p>“La Biología Molecular es quizá una de las ramas más fascinante de la biología, puesto que su tema central es el estudio de las moléculas que han hecho posible la vida en nuestro planeta. Esa molécula que permite dar la connotación de organismo, puesto que de su información y funciones dependen procesos como el metabolismo, la variabilidad y la posibilidad de adaptación, ha tenido grandes avances en este siglo. En el año 2000 se logró el conocimiento de la secuencia completa del genoma humano. Esto hizo que se despertara en el mundo en general y a nivel de todas las condición sociales una gran esperanza para que con esta nueva información y las posibilidades tecnológicas en biología molecular, se pudieran curar muchas de las enfermedades que afectan la humanidad así como de alguna manera a través de cultivos transformados por medio de ingeniería genética, se pudiera erradicar el hambre de nuestra sociedad, se utiliza el ADN para la identificación humana y animal, se conocen más genes del cáncer y nuevas tecnologías que permitirán el pronto diagnostico de enfermedades genética, etc. Sin embargo, los medios de comunicación son los encargados de difundir masivamente estos logros y algunas veces debido a su ignorancia se crean falsas expectativas” p 1.</p>		
<p>“El maestro tiene que empezar a formar parte activa en la difusión adecuada de todos estos adelantos científicos y por supuesto tiene que empezar desde su aula, tarea que resulta a veces difícil si no se tiene un bagaje de conocimientos necesarios. El país ha empezado a concientizarse de ello y es por esto que vemos encuentros entre</p>		

científicos y estudiantes de básica primaria y secundaria, con auditorios completamente llenos. Este curso pretende tratar conceptos básicos en biología molecular, pero a un nivel de profundidad alto, para que un estudiante de la licenciatura de biología de la Universidad Pedagógica Nacional sea capaz de desarrollar aptitudes científicas, críticas, y de conocimiento en su aula de clase y para la comunidad general” p 2.

Temas del curso:

- 1. Acercamiento histórico al nacimiento de la Biología molecular.**
- 2. Características del Genoma**
- 3. Técnicas básicas de análisis de ácidos nucleicos y proteínas**
- 4. Laboratorio: Extracción de ADN**
- 5. Organización del genoma eucariótico.**
- 6. Laboratorio: Electroforesis de ADN**
- 7. Regulación del genoma: Replicación**
- 8. Regulación de la expresión génica en Procariontes**
- 9. Regulación de la expresión génica en Eucariotes**
- 10. De ARN a proteínas**
- 11. Laboratorio extracción de proteínas**
- 12. Modelamiento de proteínas**
- 13. Recombinación del DNA recombinante**
- 14. Introducción a la tecnología del DNA recombinante**
- 15. Genotecas**
- 16. Aplicaciones de la Biología Molecular**

“El curso está planteado para desarrollarse con preparación bibliográfica de cada tema establecida previamente. El material bibliográfico que consta de capítulos de libros y artículos científicos estará disponible con antelación a cada tema a abordar. Es importante aclarar que una parte de artículos científicos respecto a la materia están escritos en lengua inglesa, La preparación de cada tema será constantemente evaluada en clase de acuerdo a la participación activa del estudiante en la discusión de los temas abordados” p 5.

Estrategias Didácticas: el curso plantea principalmente laboratorios y actividades de bioinformática principalmente, clases magistrales, actividades de lápiz y papel además de la revisión de artículos científicos previo al tema.

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 04
Título: Proyecto curricular de licenciatura en biología.		
Autor(es): UPN (Universidad pedagógica Nacional)		
Tipo de documento: Libro	Año: 1999	
Editorial: Universidad pedagógica Nacional	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: Universidad Pedagógica Nacional; Departamento de biología		
<p>Contenidos:</p> <p>El proyecto curricular de la licenciatura en biología se encuentra orientado desde el PEI (Proyecto Político Pedagógico Institucional) de la UPN, “que establece como orientación para el desarrollo académico, la integración de las tres funciones básicas de la universidad: la investigación, la formación y la proyección social” p 15.</p> <p>Misión “La excelencia en la formación y cualificación de docentes para los diferentes niveles y modalidades del sistema educativo dentro de un contexto cultural, ético, pedagógico y científico, que responda a la formación integral del ciudadano que Colombia necesita” p 17. “La pertinencia y la rigurosidad de la investigación del más alto nivel acerca de los problemas y necesidades nacionales en el ámbito de su competencia” p 17.</p> <p>Visión “El departamento de biología dirigirá sus actividades hacia la conformación y consolidación de una escuela de estudios avanzados en la enseñanza de la biología y saberes afines, con base en el fortalecimiento de la investigación pedagógica” p 17.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 05
Título: Proyecto curricular de licenciatura en biología; énfasis de biotecnología y educación.		
Autor(es): UPN (Universidad pedagógica Nacional)		
Tipo de documento: Libro	Año: 1999	
Editorial: Universidad pedagógica Nacional	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: Universidad Pedagógica Nacional; Departamento de biología		
<p>Contenidos:</p> <p>La incorporación de la biotecnología al proyecto curricular de Licenciatura en Biología pretende contribuir con el desarrollo de la biotecnología en Colombia, como una iniciativa en torno al desarrollo de esta tecnología en Colombia, y como respuesta a los nuevos grupos de investigación en estas áreas, tanto en el sector oficial como privado, incursionando en incluso en el campo de la biología molecular y la ingeniería genética. p. 113</p> <p>“Las aplicaciones biotecnológicas están introduciéndose como elemento cultural de la humanidad, a los problemas de su desarrollo se suma la deficiente formación en aspectos básicos de la biotecnología, en la población colombiana. Ello justifica el trabajo pedagógico desde los niveles de la educación básica y media, que exige mejorar la formación en este campo en los futuros docentes” p. 114</p> <p>En cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales que representan multitud de posibilidades para la obtención de bienes y servicios en diferentes campos; “En el caso de Colombia, existe un gran potencial de aprovechamiento de los recursos mediante procesos biotecnológicos... sin embargo aun es insuficiente el desarrollo alcanzado para aprovechar siquiera en parte el potencial de los recursos nacionales y particular en la solución de la problemáticas de producción, salud y pérdida de biodiversidad ” (UPN, 1999, p. 113).</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 06
Título: Centros de biología Molecular en Colombia.		
Autor(es): ACGH (Asociación colombiana de genética humana)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: ACGH	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://acgh.com.co/		
Contenidos:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. ALIANZA PROGENETICA SA, Medellín 2. ASOCIACIÓN DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL AGRÍCOLA (AGRO-BIO) Bogotá D.C 3. BIOGENETICA, Bogotá 4. BIOTECNOLOGIA Y GENETICA SA, Bogotá 5. COLSANITAS, Bogotá 6. CORPORACIÓN CorpoGen INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA Bogotá 7. GENES, Medellín 8. GENETICA LAB, Medellín 9. GENETICA MOLECULAR DE COLOMBIA LTD, Bogotá 10. GENETIX, Bogotá 11. GENOMAS DE COLOMBIA, Cali 12. INSTITUTO DE REFERENCIA ANDINA, Bogotá 13. INS (Instituto Nacional de Salud). Bogotá. 14. LABORATORIO DE GENÉTICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS), Bucaramanga 15. LABORATORIO DE GENÉTICA MÉDICA UTP PEREIRA, RISARALDA, Pereira 16. LABORATORIO DE IDENTIFICACIÓN GENÉTICA IDENTIGEN, Medellín 17. LABORATORIO DE IDENTIFICACIÓN GENÉTICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Bogotá 18. LABORATORIO DE IDENTIFICACIÓN HUMANA DE LA UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN, Bogotá 19. LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN HORMONAL, Bogotá 20. LABORATORIO DE MEDICINA GENÓMICA. UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA DE NEIVA, Neiva 21. LABORATORIOS DE GENÉTICA FORENSE DEL INSTITUTO NAL. DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES, Bogotá 22. LABORATORIO DE GENÉTICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR Dr. Humberto Ossa R. Bogotá 		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 07
Título: Corporación CorpoGen investigación y biotecnología.		
Autor(es): CORPOGEN		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: CorpoGen	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://www.corpogen.org.		
Contenidos:		
<p>“El área de investigación de la Corporación CorpoGen se dedica a labores de generación de conocimiento en microbiología básica y aplicada, gracias a unas competencias académicas de excelencia, un alto nivel científico y un profundo compromiso con el desarrollo del país. Desde sus inicios, la Corporación CorpoGen, un centro de investigación en biotecnología, ha sido reconocido por entes estatales (Colciencias) y privados (ver sección Alianzas) como líder en la implementación y uso de las tecnologías de punta en biología molecular, que tienen aplicaciones y potencialidades muy extensas y variadas” p.1.</p> <p>“El área de investigación esta estructurada en tres líneas de investigación científica, cada una representada por un grupo de investigación; estas líneas son (en paréntesis el director de grupo y año de creación):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genética Molecular (Dra. María Mercedes Zambrano, 1995) • Biología Molecular (Dra. Patricia Del Portillo, 1995) • Ecología, Metabolismo y Genómica Microbiana [+] (Dr. Howard Junca, 2010) “p.1. <p>“CorpoGen tiene sólidas colaboraciones con grupos académicos y empresas privadas en el país y el extranjero. Trabaja activamente en la investigación, la formación de recursos humanos y el desarrollo de productos biotecnológicos, tales como kits de biología molecular y ofrece servicios científicos a la comunidad científica local y para la industria” p.2.</p> <p>“En adición a los servicios de asesorías de investigación en biología molecular, secuenciación de ADN y tipificación de procariotes, CorpoGen ofrece a la comunidad científica y empresarial los siguientes servicios especializados:</p> <p>Diagnóstico molecular por PCR Tuberculosis humana y bovina Aislamiento, purificación y cuantificación de ácidos nucleicos Análisis de restricción Clonaje de genes Purificación de fragmentos de PCR Genotipificación por “Amplificación arbitraria de DNA polimórfico” (RAPD) Cuantificación y electroforesis de proteínas” p.3.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 08
Título: Grupos de investigación		
Autor(es): INS (Instituto Nacional de Salud)		
Tipo de documento: Informe		Año: 2013
Editorial: Instituto Nacional de Salud		Ciudad: Bogotá D.C
Acceso al documento: http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/investigacion/		
Contenidos:		
<p>Grupo Bioquímica y biología celular; proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación biológica y manejo integrado del vector para el control de la malaria-CLAIM • Estudios de las miosinas que participan en la invasión de <i>Plasmodium falciparum</i> a glóbulos rojos • Establecimiento de una línea de base de susceptibilidad in vivo e in vitro a Coartem® en 3 localidades endémicas para malaria en Colombia <p>“El grupo de Bioquímica y Biología Celular cuenta actualmente con tres líneas de investigación: Bioquímica de <i>Plasmodium</i>, Biología Molecular de <i>Plasmodium</i> y Diagnóstico y Quimioterapia, dentro de las cuales se desarrollan proyectos relacionados con el conocimiento de las moléculas involucradas en los procesos de invasión y de liberación de <i>Plasmodium falciparum</i> en los glóbulos rojos, así como de moléculas del parásito involucradas en las actividades que regulan el desarrollo del parásito en la célula hospedera” p. 2</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 09
Título: ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)		
Autor(es): N/A		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: Instituto Colombiano Agropecuario	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://www.ica.gov.co/Areas/laboratorios.aspx		
Contenidos:		
<p>“La Subgerencia de Análisis y Diagnóstico cuenta con dos direcciones técnicas; Dirección Técnica de Análisis y Diagnostico Veterinario y la Dirección Técnica de Análisis y Diagnostico Agrícola. Estas Direcciones se apoyan en una red de laboratorios compuesta por 26 Centros de Diagnóstico Pecuário, 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.</p> <p>“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.</p> <p>“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.</p> <p>“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.</p> <p>“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.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 10
Título: CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria)		
Autor(es): CORPOICA		
Tipo de documento: WEB		Año: 2013
Editorial: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria		Ciudad: N/A
Acceso al documento: http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Default.asp		
<p>Contenidos:</p> <p>“CORPOICA, es una entidad pública descentralizada por servicios con régimen privado, encargada de generar conocimiento científico y soluciones tecnológicas a través de actividades de investigación, innovación, transferencia de tecnología y formación de investigadores, en beneficio del sector agropecuario colombiano. Corpoica cuenta con un equipo de 264 investigadores de diferentes disciplinas del conocimiento, ubicados en 14 centros de investigación y dos sedes adscritas en diversas regiones del país” p.1.</p> <p>Misión: “Generar y transferir conocimientos científicos y soluciones tecnológicas mediante la investigación y la innovación en los servicios y productos para el sector agropecuario colombiano” ” p.1.</p> <p>Visión: “En el 2019, CORPOICA será organización líder en la investigación e innovación para el sector agropecuario colombiano, con alto reconocimiento en los ámbitos nacional e internacional por su rigor científico, la calidad de sus procesos, servicios, productos y por entregar soluciones pertinentes al agro colombiano; articuladas a sistemas nacional e internacional de la ciencia y tecnología, con estabilidad económica y patrimonial” p.1.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 11
Titulo: ROCHE		
Autor(es): ROCHE		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: ROCHE	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://www.roche.com.co/portal/roche-colombia		
Contenidos:		
<p>“Roche es una empresa pionera en el área de la salud. Con productos y servicios innovadores para la detección temprana, prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, contribuimos, en varios frentes, para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas. Hoy, Roche está lanzando los primeros productos desarrollados para las necesidades de grupos específicos de pacientes. Nuestra misión, hoy y en el futuro, es y será agregar valor en el área de la salud, aprovechando nuestra experiencia en las áreas farmacéuticas y de diagnóstico” p.1.</p>		
<p>“Roche es líder mundial en el diagnóstico in-vitro y medicamentos para cáncer, trasplante y participa en otras importantes áreas terapéuticas en la que hay gran necesidad clínica, como enfermedades autoinmunes, enfermedades inflamatorias, virología, trastornos metabólicos y enfermedades del sistema nervioso central” p.2.</p>		
<p>“En dos casas coloniales del sector histórico de Bogotá se instalaron las actividades de distribución y el servicio científico. En 1956 las políticas económicas del gobierno Colombiano llevaron a Roche a proyectar la fabricación de sus medicamentos en el país. Hasta entonces se había importado completamente elaborados y empacados en Suiza o Estados Unidos; pero el gobierno nacional comenzó a restringir las importaciones y a fomentar la producción en el país de las especialidades farmacéuticas” p.3.</p>		
<p>“En los últimos años Productos Roche S.A. es una compañía a tono con la realidad global de Roche, enfocada a los campos más promisorios del mercado farmacéutico como la infectología, los trasplantes, la oncología y la obesidad en donde ha identificado y busca explotar al máximo su oportunidad de crecimiento, mediante el desarrollo de nuevos medicamentos y con una visión integral de la salud humana que incluye la prevención , el diagnóstico y el tratamiento de las más diversas enfermedades” p.4.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 12
Título: Grupo de investigación: Biotecnología y Educación		
Autor(es): GrupLac		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: COLCIENCIAS	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000000237		
Contenidos: Líder Lola Constanza Melo Salcedo Clasificación Reconocido Líneas de investigación avaladas por el grupo: 1. Concepciones sobre Naturaleza de las Ciencias 2. Investigación básica en Biotecnología 3. La enseñanza de la Biotecnología Integrantes: 1.- Lola Constanza Melo Salcedo 2.- Edgar Orlay Valbuena Ussa 3.- Carlos Humberto Barreto Tovar 4.- Ermoleim Bernal Santacruz 5.- Patricia Helena Bolaño Munive 6.- Cielo Chavarro Amaya 7.- Yenny Garcia Sandoval 8.- Hugo Mauricio Jimenez Melo 9.- Robinson Roa Acosta 10.- Sandra Patricia Sabogal Rodríguez 11.- Alfonso Claret Zambrano Chaguendo 12.- Iván Camilo Avila Cortes 13.- Linday Camelo 14.- Lyda Yesael Chaparro Barrera 15.- Eduar Felipe Cruz Cubillos 16.- Lina María Escobar Peralta 17.- Omar Enrique Jiménez Guerrero 18.- Juan Pablo Montes Jiménez 19.- Adriana Patricia Quente Mora 20.- Luis Fernando Ramirez Capera 21.- Maira Alejandra Rodríguez Díaz 22.- Juan Carlos Rozo Gonzalez 23.- Jenny Milena Rueda Valentin 24.- Dirlenis Salazar Moreno 25.- Maria Fernanda Torrado Pachon 26.- July Paola Urbina Urbina Algunos de los artículos publicados en revistas científicas:		

- **LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA Y LA BIOLOGÍA MOLECULAR BASADA EN UN MODELO DE APRENDIZAJE COMO INVESTIGACIÓN DIRIGIDA**
Colombia, Revista De La Asociación Colombiana De Ciencias Biológicas ISSN: 0120-4173, 2005 vol: fasc: págs. Autores: LOLA CONSTANZA MELO SALCEDO,
- **Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología.**
Colombia, Educación Y Educadores ISSN: 0123-1294, 2008 vol:11 fasc: 2 págs: 69 - 88 Autores: ROBINSON ROA ACOSTA, YENNY GARCIA SANDOVAL, CIELO YESMITH CHAVARRO AMAYA,
- **Melo, L. C. & Chavarro, A. C. (2008). Elaboración de una unidad didáctica que integra elementos de microbiología, molecular, biotecnología y NdC para la enseñanza del concepto OPERON. Bio -grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición Extra-Ordinaria. Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 459-470.**
- **Contribución al Desarrollo de la Biotecnología desde la Educación en los niveles Básica y Media Colombia, Tecne Episteme Y Didaxis ISSN: 0121-3814, 1998 vol: fasc: 3 págs: - Autores: EDGAR ORLAY VALBUENA USSA,**
- **INTEGRACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA AL CURRÍCULO DEL IPN**
Colombia, Evento: XXXIII CONGRESO NACIONAL DE LA ACCB Ponencia: año:1998, ACCB ISBN: 0 vol: págs: , Autores: LOLA CONSTANZA MELO SALCEDO
- **UNA EXPERIENCIA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA** Colombia, Evento: xxxiii CONGRESO ACCB Ponencia: año:1998, ACCB ISBN: 0 vol: págs: , Autores: LOLA CONSTANZA MELO SALCEDO, QUEZADA JAIDER,
- **REVISIÓN DE CONTENIDOS CURRICULARES DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y GENÉTICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA** Colombia, Evento: XXXVI Ponencia: año:2001, ACCB ISBN: 0 vol: págs: , Autores: LOLA CONSTANZA MELO SALCEDO, LIUS CELIS,
- **"LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA Y AL BIOLOGÍA MOLECULAR BASADA EN EL MODELO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE COMO INVESTIGACIÓN"**
Colombia, Evento: "XXXIX CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Ponencia: año:2004, MEMORIAS DE CONGRESO XXXIX DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ISBN: 0 vol: págs: , Autores: LOLA CONSTANZA MELO SALCEDO,
- **Una experiencia de enseñanza de la biología molecular con estudiantes de educación media Colombia, Evento: XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas Ponencia: año:1998, Memorias XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas ISBN: 01204173 vol: págs: , Autores: EDGAR ORLAY VALBUENA USSA, MELO LOLA, QUESADA JAIVER,**
- **Diseño de un material para la enseñanza de la Biología Molecular dirigido a estudiantes de educación media Colombia, Evento: Primer Encuentro**

**Distrital de Experiencias en Biotecnología en el Nivel de Educación Básica
 Ponencia: año:1998, Memorias Primer Encuentro Distrital de Experiencias
 en Biotecnología en el Nivel de Educación Básica ISBN: 0 vol: págs: ,
 Autores: EDGAR ORLAY VALBUENA USSA, DE LA TORRE GLORIA,**

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 13
Título: Grupo transversal Biosec.		
Autor(es): IBUN (Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: Universidad Nacional de Colombia	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://www.ibun.unal.edu.co/lineasGrupos/GruposTransversales/L&G_GT_Biosec.html		
Contenidos:		
<p>“Somos un equipo multidisciplinario liderado durante quince años por la ingeniera Marina Caro Muñoz y constituido por docentes de la Universidad Nacional de Colombia y colegios públicos y privados; contamos con reconocimiento a nivel nacional e internacional por nuestros aportes a la formación integral del bachiller. Hemos implementado en las diferentes instituciones educativas una propuesta pedagógica que tiene como aspecto innovador establecer un puente de aplicación del conocimiento recibido y construido en el aula con el sector productivo a través de la biotecnología. En campos tan diversos como la medicina, la agricultura, la industria alimenticia, los recursos energéticos y el medio ambiente, la biotecnología juega un destacado papel en la obtención de productos y servicios de gran valor social. Hemos logrado impactar al sector educativo, productivo y socioeconómico de los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Meta, en donde en la actualidad se cuenta con la primera biofabrica de la Orinoquía Colombiana” p. 1</p> <p>“Nuestro objetivo fundamental ha sido implementar en los ciclos de educación básica, media, técnica y tecnológica, un modelo pedagógico basado en un enfoque de integración curricular en donde los contenidos de las áreas de biología, química, física y medio ambiente se cohesionen en un sistema dinámico para el desarrollo de competencias académicas, científicas, laborales y sociales de los estudiantes, y trasferir este modelo a un mayor número de instituciones departamentales” p. 1</p>		
Algunas publicaciones:		
Caro M., Vivas L., García., Camacho A., Ramírez O. & Fuya A. (2004). <i>Herramienta Multimedia Para la Enseñanza de Ciencias Naturales a Partir de</i>		

la Biotecnología. Ministerio del interior y justicia, Bogotá D.C. Biosec. (1998). Incorporación de la Biotecnología en la Educación Básica y media. *Revista Colombiana de Biotecnología*, Bogotá, 1(2) 7-68.

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 14
Título: Grupo transversal Bioeducación.		
Autor(es): IBUN (Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: Universidad Nacional de Colombia	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://www.ibun.unal.edu.co/lineasGrupos/GruposTransversales/Bioeducacion.html		
<p>Contenidos:</p> <p>“Bioeducación surge al interior del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, en el año 2004. Nuestros orígenes están en el grupo Biosec, que cuenta con más de quince años de experiencia en aplicaciones de la Biotecnología en la educación secundaria. Ampliamos así nuestros horizontes a la educación básica, media y superior, y es en ese ámbito donde cumplimos los siguientes objetivos” p. 1.</p> <p>“Adaptar e implantar en las instituciones educativas, un modelo pedagógico para incorporar elementos de Biotecnología en los currículos de Ciencias Naturales de la educación básica, media y superior, basado en las premisas de liderazgo e innovación de las prácticas educativas, en diferentes contextos o ambientes, aptos para aprender” p. 1.</p> <p>”Promover cambios culturales en comunidades educativas a partir de modelos pedagógicos innovadores, inspirados en la formación laboral basada en competencias, en el aprendizaje lúdico, en la exploración de escenarios extraescolares, en didácticas específicas y en el aprovechamiento del tiempo libre, para mejorar logros en el aprendizaje de las Ciencias Naturales”. p. 1.</p> <p>Algunas publicaciones: Bioeducación (2006). Configuraciones didácticas con elementos de Biotecnología incorporados en el currículo de Ciencias Naturales. <i>Secretaría de Educación del Distrital</i>. Universidad Nacional de Colombia. Gas Natural ESP. Serie Estudios y Avances. Bogotá. Bioeducación (2005). Construyamos Futuro desde el laboratorio de Ciencias Naturales. . <i>Secretaría de Educación del Distrital</i>. Universidad Nacional de Colombia. Gas Natural ESP. Serie Estudios y Avances. Bogotá.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 15
Título: Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, Agro-Bio		
Autor(es): AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: AgroBio	Ciudad: Bogotá D.C	
Acceso al documento: http://www.agrobio.org		
<p>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</p> <p>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.</p> <p>Algunas publicaciones: AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) (2005). <i>Bío-Aventura; una exploración en el mundo de la biotecnología vegetal agrícola</i>. Programa de educación en biotecnología agrícola, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. D.C. AgroBio (Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola) (2005). <i>Biotecnología: Mitos y Realidades</i>. Programa de educación en biotecnología agrícola.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 16
Título: Por qué biotecnología programa educativo de ArgenBio.		
Autor(es): ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología).		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: ArgenBio	Ciudad: Buenos Aires	
Acceso al documento: http://www.porquebiotecnologia.com/adc/uploads/pdf/		
<p>Contenidos:</p> <p>“Por Qué Biotecnología ofrece:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Algunas publicaciones:</p> <p>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/</p> <p>Otras de las aplicaciones didácticas es el cuaderno de biotecnología:</p> <p>“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.</p> <p>A continuación se presentan aquellos relacionados con la enseñanza de la biología molecular:</p> <p>Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno Nº 3 ADN, genes y código genético. <i>Boletín didáctico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología</i>. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno.</p>		

Por qué biotecnología (2013) El Cuaderno de Por qué Biotecnología; Cuaderno N° 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° 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° 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° 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° 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° 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° 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° 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>.

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 17
Título: Educar (El portal educativo del Estado argentino): Biología		
Autor(es): MENA (Ministerio de Educación de la Nación Argentina)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: Educar	Ciudad: Buenos Aires	
Acceso al documento: http://aportes.educ.ar/		
Contenidos:		
<p>“es una serie de espacios de internet con contenidos de disciplinas básicas de la enseñanza media especialmente diseñados, que se complementan con un foro virtual para el intercambio de ideas y el seguimiento de proyectos de enseñanza” p. 1</p> <p>“ofrece a todos los docentes argentinos un espacio de capacitación único en cuanto a la dinámica de su propuesta y la calidad de los contenidos y especialistas convocados” p. 1</p> <p>“La propuesta fue producida por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Educ.ar S.E. y el Programa Alianza por la Educación de Microsoft de Argentina, junto a un grupo de especialistas de las distintas disciplinas” p. 2</p>		
Objetivos:		
<p>“Brindar oportunidades de especialización para los docentes de todo el país a través de internet, centradas en el análisis de las tecnologías de la información y la comunicación en su relación con las áreas de conocimiento.</p> <p>Promover los vínculos entre docentes en un entorno tecnológico, de modo tal de favorecer el reconocimiento de la influencia de la tecnología, a partir de un contacto cotidiano con las herramientas.</p> <p>Formar comunidades académicas virtuales de discusión, como una de las formas más adecuadas de construcción del conocimiento en la actualidad.</p> <p>Orientar el desarrollo de propuestas que contribuyan al mejoramiento de proyectos institucionales” p. 3.</p>		
Algunas publicaciones:		
<p>Educar (2013) Proyecto Genoma Humano Aportes para la enseñanza en el nivel medio. <i>Ministerio de Educación de la Nación Argentina</i>. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://aportes.educ.ar/</p> <p>El Mundo (2013) sobre ADN y cromosomas. Aportes para la enseñanza en el nivel medio. <i>Ministerio de Educación de la Nación Argentina</i>: Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://aportes.educ.ar/</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 18
Título: Educarchile el portal de la educación		
Autor(es): MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile)		
Tipo de documento: WEB	Año: 2013	
Editorial: Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile.	Ciudad: Santiago de Chile	
Acceso al documento: http://www.educarchile.cl		
<p>Contenidos:</p> <p>“Es un portal autónomo, pluralista y de servicio público que cuenta con la colaboración de los sectores público, privado y filantrópico. Concurren a su creación el Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile.</p> <p>Nace de la confluencia de los sitios educativos de la Red Enlaces del Ministerio de Educación y del Programa de Educación de la Fundación Chile.</p> <p>Educarchile está dirigido a todos los miembros de la comunidad educativa nacional: a las escuelas, sus docentes, alumnos y directivos; a las familias chilenas y los organismos de padres y apoderados; a los sostenedores municipales y privados; a los investigadores y especialistas de la educación; a las facultades de pedagogía y a los organismos de la cultura” p. 1</p> <p>Algunas publicaciones:</p> <p>Educarchile el portal de la educación. (2013). Video: ADN. Aula audiovisual. <i>MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile)</i>. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.educarchile.cl</p> <p>Educarchile el portal de la educación. (2013). Presentación; historia del ADN. Aula audiovisual. <i>MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile)</i>. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.educarchile.cl</p> <p>Educarchile el portal de la educación. (2013). Aplicación; ADN e información genética. Aula audiovisual. <i>MINEDUC (Ministerio de Educación de Chile)</i>. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.educarchile.cl</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 19
Título: Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental; Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico Volumen 4.		
Autor(es): Quintanilla, G. M., Daza R. S. & Merino R. C		
Tipo de documento: Libro	Año: 2010	
Editorial: Pontificia Universidad Católica de Chile, FONDECYT	Ciudad: Santiago de Chile	
Acceso al documento: FONDECYT		
<p>Contenidos:</p> <p>“El libro Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental “Su contribución a la promoción a la promoción de competencias de pensamiento científico” p. 6.</p> <p>“La presente compilación de Unidades Didáctica en Biología y Educación Ambiental, es un valioso intento de acercar a los profesores y alumnos a aspectos de naturaleza teórica y metodológica. Estas unidades, han sido elaboradas por profesores de biología y educación ambiental en formación, profesores en activo y connotados investigadores en didáctica de las ciencias de diferentes instituciones que han aportado su esfuerzo e inquietudes sobre la problemática de llevar una educación en biología y educación ambiental de calidad “para todos y todas” los (as) ciudadanos (as).” p.6.</p> <p>“Esta unidad didáctica inserta en el marco del ciclo de Aprendizaje Constructivista, propuesto por (Sanmartí, 2000), el cual se compone de 4 etapas básicas: fase de exploración, fase de introducción a nuevos conocimientos, fase de sistematización de contenidos y la fase de aplicación de los nuevos conocimientos. Dentro de este conjunto de fases, se incluye a la evaluación como un proceso continuo durante la aplicación de esta unidad didáctica” p.94</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 20
Título: Unidad Didáctica sobre Biología Celular y Molecular; Área curricular: Ciencias Básicas Biológicas		
Autor(es): González, G. A., López, M., Rodas, P., Obregón, A., Arana, F., Mercedes, T., González, P., Martínez, C. & García. R.		
Tipo de documento: Libro		Año: 2011
Editorial: Universidad de San Carlos de Guatemala		Ciudad: San Carlos de Guatemala
Acceso al documento: Universidad de San Carlos de Guatemala		
<p>Contenidos:</p> <p>“La Universidad de San Carlos de Guatemala presenta una Unidad Didáctica sobre Biología Celular y Molecular con intensidad de 4 horas semanales para un total de 64 horas para el curso de 2 créditos correspondientes al espacio académico de la carrera de médico y cirujano” p. 3</p> <p>COMPETENCIAS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</p> <p>”1. El/La estudiante conoce y aplica las normas de bioseguridad dentro de la Unidad de Biología Celular y Molecular.</p> <p>2. Interpreta las funciones y estructuras celulares con técnicas de microscopía y reacciones bioquímicas</p> <p>3. El/la estudiante relaciona la importancia de la biología celular y molecular con otras unidades didácticas afines durante su formación profesional, su aplicación en la práctica médica clínica y la investigación.</p> <p>4. Relaciona los fenómenos biológicos y ambientales que inciden en los procesos celulares para su comprensión integral.</p> <p>5. Fundamenta el conocimiento biológico y genético que explica el origen, estructura, función normal de la célula y su interrelación con el ambiente” p. 4.</p> <p>Algunas unidades temáticas específicas son:</p> <p>UNIDAD TEMÁTICA 12 ÁCIDOS NUCLEICOS UNIDAD TEMÁTICA 16 REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GENÉTICA UNIDAD TEMÁTICA 25 CICLO CELULAR Y REPLICACIÓN DEL ADN UNIDAD TEMÁTICA 29 INGENIERÍA GENÉTICA APLICADA A MEDICINA BASES CELULARES DE LA INMUNOLOGÍA</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 21
Título: EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología)		
Autor(es): Comisión Europea.		
Tipo de documento: Artículo científico	Año: 1999	
Editorial: Comisión Europea.	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://www.eibe.info/		
<p>Contenidos:</p> <p>“La Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología (EIBE) pretende fomentar las habilidades, mejorar la comprensión y facilitar el debate público en toda Europa. Fundada en 1991, EIBE ha convertido en una red multidisciplinaria europea activa de expertos en enseñanza de la biotecnología procedentes de 20 centros de 17 países europeos” p. 1</p> <p>“La actividad principal del Grupo ha sido generar material didáctico para 16 -19 años de edad. Unidades EIBE son conjuntos de actividades que incluyen una variedad de protocolos experimentales, actividades prácticas, juegos de roles, información y debates. Fácilmente accesible en la web, que son adecuados para su uso inmediato aula. Los títulos de las unidades publicadas, haga clic en el título para obtener información sobre una unidad. Todas las unidades son publicadas en formato PDF y existen en varios idiomas” p. 1.</p> <p>Algunas unidades didácticas específicas son:</p> <p>EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). <i>Unidad 1: Microbes and molecules</i>. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.eibe.info/</p> <p>EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). <i>Unidad 2: DNA profiling</i>. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.eibe.info/</p> <p>EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). <i>Unidad 6: DNA model kit</i>. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.eibe.info/</p> <p>EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). <i>Unidad 17: Biotechnology: past and present</i>. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.eibe.info/</p> <p>EIBE (Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología). (1999). <i>Unidad 19: Biotechnology education through drama</i>. Comisión Europea. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de: http://www.eibe.info/</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 22
Título: Unidades Didácticas de Biología Molecular que sirve como materia educativo para segundo de bachillerato.		
Autor(es): Domínguez, L. J., Pérez, A. C. & Matilla, A. E		
Tipo de documento: Libro	Año: 2003	
Editorial: Centro de Profesorado Priego-Montilla, CEP Junta de Andalucía y el Consejo de Educación y Ciencia	Ciudad: Andalucía	
Acceso al documento: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~cepc03/		
<p>Contenidos:</p> <p>En el contenido se presenta: Unidad I: Tecnología del ADN Recombinante, Unidad II: Biología Molecular aplicada a la salud, y Unidad III: Biología Molecular aplicada a la agricultura y a la ganadería. En aspectos estructurales de la Unidad Didáctica en los 3 casos se sigue un esquema de diseño a partir de un índice que contiene: 1. Justificación del desarrollo de la Unidad Didáctica. 2. Objetivos. 3. Tratamiento preliminar en clase de la Unidad como introducción a la misma y para detectar ideas previas. 4. Contenidos: 5. Mapa conceptual de la Unidad Didáctica. 6. Pruebas de evaluación: 7. Bibliografía para el profesor y para el aula. Y dentro de las actividades presentadas se encuentran talleres, trabajos prácticos, contextualización histórica en cada momento con respecto a conceptos claves, artículos de interés y en la bibliografía una breve descripción de las sugerencias.</p> <p>“La asignatura de Biología Molecular, optativa en 2º de Bachillerato en el itinerario de Ciencias de la Naturaleza y la Salud presenta un desarrollo curricular de contenidos enfocados a las aplicaciones de los numerosos y diversos avances de la Biología Molecular, lo que hoy día se denomina BIOTECNOLOGÍA y que se concretan en aspectos tales como: terapias génicas, producción de fármacos mediante microorganismos clonados, animales y plantas transgénicas, clonación de animales, etc; todos ellos son aspectos novedosos de gran interés e impacto social. El curriculum de la asignatura se agrupa en los siguientes bloques didácticos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biología Molecular: un ámbito de conocimiento pluridisciplinar. 2. Biología Molecular y Medio Ambiente. 3. Biología Molecular y Salud. 4. Biología Molecular, Ciencia y Tecnología. 5. Implicaciones éticas: Bioética. <p>bloques.” p. 12.</p>		

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 23
Título: Páginas de complemento al estudio de bioquímica y biología molecular		
Autor(es): BIOMODEL		
Tipo de documento: web	Año: 2013	
Editorial: BIOMODEL	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://biomodel.uah.es/principal.htm		
<p>Es una propuestas destacada por sus aplicaciones interactivas es simulador de bioquímica y biología molecular que específicamente para esta área permite la realización de laboratorios virtuales y estudio de los ácidos nucleicos.</p> <p>Contenidos: “Las secciones "Biomodel" contienen modelos moleculares en movimiento e interactivos que, junto con texto explicativo, ilustran la estructura tridimensional de las biomoléculas. Para ver Biomodel-1 a -5 se necesita tener instalado Java y se recomienda un navegador moderno. Como alternativa, existen versiones antiguas de Biomodel-1 a -5 que utilizan el conector (plug-in) Chime; para ellas es preciso instalar dicho conector y se recomienda Firefox. Para Firefox y otros navegadores, consulta la sección técnica. Las otras secciones tienen información diversa y algunas requieren también conectores apropiados para ver las películas (todos ellos pueden conseguirse gratuitamente).” p. 1</p> <p>Requisitos de aplicación: “Sistema operativo: Tanto Windows como Mac y Linux son adecuados (salvo si quieres usar las versiones antiguas que usan Chime; para ellas, Windows es idóneo, Mac es aceptable si el navegador es compatible con Chime, Linux es inviable).</p> <p>Navegador de internet: Recomendado: Firefox. Otros navegadores basados en Gecko (Mozilla, Seamonkey, Netscape 7-8) son igualmente aceptables. Igualmente deberían funcionar sin problema versiones recientes de Opera, Chrome, Safari e Internet Explorer.</p> <p>Las páginas se prueban, bajo Windows, en la última versión disponible de Firefox y en Internet Explorer 6-8. Se usa HTML, JavaScript y hojas de estilo en cascada (CSS); el código pretende ser compatible formalmente con Internet Explorer 6+ y Gecko.</p> <p>Resolución de pantalla: Cualquiera dará resultados aceptables, aunque para algunas páginas 640x480 hará difícil la visualización. A partir de 800x600 no deberías tener ningún problema (lógicamente, a mayor resolución verás las</p>		

páginas con mayor comodidad). En todo caso, el contenido se amoldará a la resolución y tamaño de letra que tengas” p.5.

Ficha bibliográfica	Fecha elaboración: mayo/2013	Nº ficha: 24
Título: MolecularLab		
Autor(es): Fallini, Riccardo.		
Tipo de documento: web	Año: 2013	
Editorial: MolecularLab	Ciudad: N/A	
Acceso al documento: http://www.molecularlab.it/		
<p>En Italia se encuentra la aplicación MolecularLab disponible para celulares utilizando el programa appsbar, desde facebook, que ha importantes reconocimientos, y altos estándares de calidad como el certificado HTML.IT otorgado por sus innovaciones en cuanto gráficos, tecnología utilizada navegabilidad, velocidad de carga de la pagina. Siendo la primera aplicación online gratuita de este tipo en recibir tantos reconocimientos.</p> <p>Contenidos:</p> <p>“Molecularlab.it ofrece una mirada en profundidad de ancho en el mundo de la ingeniería genética y la biología molecular, a través de imágenes, animaciones interactivas y noticias diarias de científicos, médicos, genéticos, la biotecnología, la bioética. El sitio está dirigido a los recién llegados que el más experimentado , tiene una fuerte interacción con el público, que puedo opinar sobre las noticias, discutir en foros y ofrecer su experiencia a los demás” p.1.</p> <p>“profundiza en las técnicas de biología molecular y celular con un ambiente universitario orientado a la enseñanza, enriquecido con vídeo y animaciones interactivas” p.3.</p> <p>“La página de inicio ofrece varias opciones para explorar el sitio. "Multimedia" presenta una colección de animaciones en las técnicas y los principios de la biología molecular: una animación interactiva de gran utilidad se explica cómo se utiliza la biología molecular para la investigación. A continuación, se pasa de animaciones que siguen todo el proceso de secuenciación del genoma humano, una serie de otros que están relacionados electroforesis, el uso de sondas de genes, o la clonación de un gen” p.7</p>		

ANEXO 2: FORMATO DE ENCUESTA.

Tesis en desarrollo: Unidad didáctica para la enseñanza de la biología molecular en la Universidad Pedagógica Nacional.

Autor: Sergio Bernal. Énfasis de Biotecnología y educación

Encuesta 01 dirigida a estudiantes de la materia _____ de la Universidad Pedagógica Nacional.

Profesor: _____ Semestre: _____

1. ¿Considera importante la enseñanza de la biología molecular dentro de las aulas (colegios y universidades)? justifique su respuesta.

2. ¿Qué limitaciones se pueden presentar para el aprendizaje y la enseñanza de la biología molecular

3. En relación al programa de biología molecular de la UPN (anexo 1) que temas considera importantes a incluir, para un mejor aprendizaje de la biología molecular.


ANEXO 3: FORMATO DE VALIDACIÓN.

Formato de validación para la unidad temática Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática		
	Esquema		
	Contenido teórico y secuencia		
	Procedimentales		
	Conceptuales		
	Actitudinales		
	Actividad de introducción		
	Actividad de estructuración		
	Actividad de aplicación		
	Distribución de tiempos		
	Modelo de evaluación		
	Fuentes bibliográficas		
	Glosario		
Aspectos estéticos	Ayudas graficas		
	Tamaño de letra y fuente		
	Colores		
	Tablas		
Sugerencias			

ANEXO 4: FORMATO DE EVALUACIÓN.

Formato de evaluación				
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.				
Estudiante (s):	Materia:			Fecha:
Ítem	a). Autoevaluación (la que el estudiante considera se merece por su desempeño en clase)	b). Coevaluación (la realiza el grupo en torno a una dinámica general)	c). Heteroevaluación (la realiza el docente sobre el trabajo realizado por el estudiante)	Promedio $a+b+c/3$
Lectura independiente previa a la clase				d).
Puntualidad				e).
Manejo de tema				f).
Comportamiento en el grupo				g).
Desarrollo de destrezas				h).
Discusión crítica en torno a la unidad temática				i).
Total promedio $d+e+f+g+h+i/6 * 0.7 = 70\%$ nota definitiva				j).
Nota de taller = 30% nota definitiva			*0.3	k).
Definitiva $j+k = 100\%$ nota				

ANEXO 5: EVIDENCIA DE ENCUESTA.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN
ÉNFASIS DE BIOTECNOLOGÍA

Tesis en desarrollo: Unidad didáctica sobre transformación bacteriana para la enseñanza de la biología molecular en la Universidad Pedagógica Nacional.

Autor: Sergio Bernal. Énfasis de Biotecnología y educación

Encuesta 01 dirigida a estudiantes y docentes de la materia Biotecnología del énfasis de biotecnología y educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

Profesor: Silvia Gómez Semestre: 7.

1. ¿Considera importante la enseñanza de la biología molecular dentro de las aulas (colegios y universidades)? justifique su respuesta.

Sí, debido a la importancia de la biología molecular y el avance del mundo que está basado en las técnicas que se encuentran dentro de estas.

2. ¿Qué limitaciones se pueden presentar para el aprendizaje y la enseñanza de la biología molecular

Los materiales de laboratorio, no comprenden de la teoría. Para pasar a práctica.

3. En relación al programa de biología molecular de la UPN (anexo 1) que temas considera importantes a incluir, para un mejor aprendizaje de la biología molecular.

Considero que hace falta la realización de laboratorios terminando cada temática.

ANEXO 6: EVIDENCIA DE VALIDACIÓN DE CADA UNA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS REALIZADAS POR LOS ESTUDIANTES.

Validación Unidad temática Transformación bacteriana.

Página 1

Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de biología molecular

Formato de validación			
Valores 1-10; donde 1 corresponde al valor mas bajo y 10 al valor mas alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Procedimentales Actividad 1	9	Fue bien quedada la temática, por ello fue exitoso el manejo del proyector.
	Conceptuales Actividad 2	9	Habría sido bueno explicar la información antes de la práctica para llegar con
	Actitudinales Actividad 3	10	Se tiene buena la actitud tanto por el grupo, como por el expositor.
	Pertinencia de la unidad temática	9	Fue acorde con lo trabajado en el programa.
	Contenido teórico y secuencia	8	Muy bueno el contenido teórico.
	Esquema	9	Pertinente, para entender conceptos claves.
Aspectos estéticos	Distribución de tiempos	9	Fueron pertinentes para la práctica.
	Modelo de evaluación	9	Pertinente para la temática a trabajar.
	Fuentes Bibliográficas, relacionado con la bibliografía y autores	9	Demora, ya que, se vio el documento retoma varias referencias.
	Glosario.	9	Pertinente, para entender conceptos claves.
	Ayudas graficas (figuras, colores y fotos)	9	Muy Bueno, ya que, le da más claridad a la vida.
	Tamaño de la letra.	9	Pertinente.
	Visualización general de la unidad	10	Es muy buena.
Sugerencias			

Validación Unidad temática DNA recombinante

Página |

Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de biología molecular

Formato de validación			
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor mas bajo y 10 al valor mas alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Procedimentales Actividad 1	9	Esta de una forma clara los pasos a seguir
	Conceptuales Actividad 2	8	Es muy pertinente para el procedimiento
	Actitudinales Actividad 3	9	muy buena para realizar la practica
	Pertinencia de la unidad temática	9	Es pertinente ya que está todo.
	Contenido teórico y secuencia	8	Reforsar a la hora de dar la explicación para que sea mas clara
	Esquema	9	Explican bien el contenido que hay
Aspectos estéticos	Distribución de tiempos	9	fue pertinente para la hora de clase
	Modelo de evaluación	8	Es pertinente ya que abarca todos los temas
	Fuentes Bibliográficas, relacionado con la bibliografía y autores	9	son buenas
	Glosario.	9	adecuado para el tema a trabajar
	Ayudas graficas (figuras, colores y fotos)	9	es una buena herramienta para entender mas los temas.
	Tamaño de la letra.	9	adecuada
	Visualización general de la unidad	9	bueno
Sugerencias	introducir un poco mas el tema por parte de la persona encargada.		

Validación Unidad temática PCR

Formato de validación para la unidad temática Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	9	
	Esquema	10	
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	9	
	Conceptuales	9	
	Actitudinales	9	
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	6	No fue suficiente el tiempo
	Modelo de evaluación	9	
	Fuentes bibliográficas	9	
	Glosario	9	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	9	
Sugerencias	Desarrollar más propuestas de este tipo para las materias de la línea de biotecnología		

Validación Unidad temática Enzimas de restricción

Formato de validación para la unidad temática Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	9	
	Esquema	10	
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	9	
	Conceptuales	9	
	Actitudinales	9	
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	6	No fue suficiente el tiempo
	Modelo de evaluación	9	
	Fuentes bibliográficas	9	
	Glosario	9	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	9	
Sugerencias	Seguir desarrollando propuestas de bioinformática		





Validación Unidad temática Extracción de DNA

Formato de validación para la unidad temática Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	9	
	Esquema	8	
	Contenido teórico y secuencia	9	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	9	
	Actitudinales	7	No se realizo socialización
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	9	
	Modelo de evaluación	9	
	Fuentes bibliográficas	9	
	Glosario	9	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	9	
Sugerencias	No se realizo la socialización		

ANEXO 7: EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LA UNIDAD TEMÁTICA TRANSFORMACIÓN BACTERIANA

📄 Página 11

Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de biología molecular

Formato para informe de actividad I. Transformación bacteriana.		
Muestra	Dibujo	Observaciones
-pGLO LB		E. coli - se encuentra en un medio que crece libremente
-pGLO LB/amp		No se generó porque no hay plásmidos.
-pGLO LB		El crecimiento (Aces): Abundante. (No transformado) y transformados
+pGLO LB/amp		Solo Bacteria Transformada

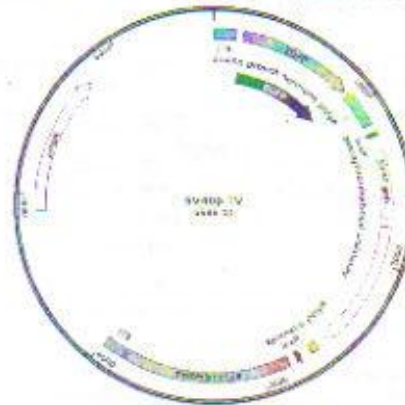
3.2 Actividad de estructuración

3.2.1 Taller sobre transformación bacteriana.	
Materia: <i>Introducción a la biotecnología</i>	
Integrantes: <i>Miguel Herrera, Sindy Salomana, y Adriano Cito.</i>	
Pregunta	Respuesta
1. ¿Qué efecto tiene el $CaCl_2$ en la bacteria <i>E. coli</i> ?	<i>Disolver la bacteria para que la mezcla quede homogénea.</i>
2. ¿Qué importancia tiene utilizar un shock térmico?	<i>Permite que entre el DNA rápido, sin dejar que este salga.</i>
3. ¿Qué efecto tiene la ampicilina en las diferentes muestras?	<i>la ampicilina actúa como factor de crecimiento.</i>
4. ¿Por qué una colonia se transforma y otras no?	<i>Inducen los sistemas de expresión</i>

3.2.2 Problemas basados en situación hipotética.

Vector SV40 TV tomado de SnapGene (2012)

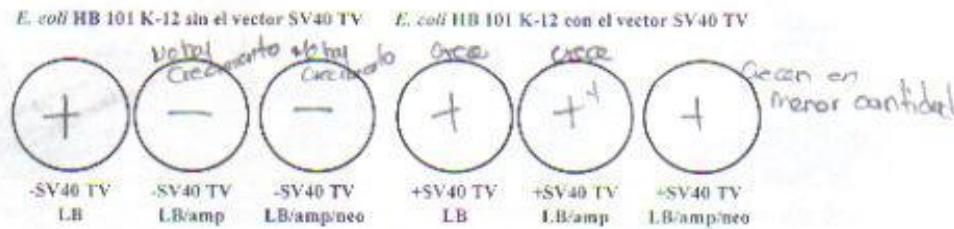
Usted realiza una transformación de la bacteria competente *E. coli* HB101 K-12 con shock térmico utilizando el vector SV40 TV que contiene dos genes de selección de antibióticos, y secuencias específicas provenientes del virus SV40 que causa tumores en primates y son esenciales para la transformación en organismos



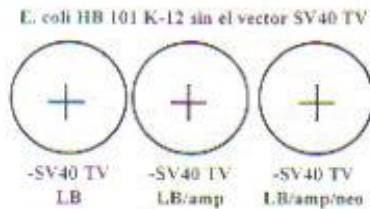
Después de realizar el procedimiento de transformación usted tiene 6 cajas de Petri.

En base a la información anterior argumente.

1. ¿Cuáles son los resultados esperados en las cajas de petri?, complete los círculos con un signo + cuando hay crecimiento o un signo - si no hay crecimiento. Tenga en cuenta que se utiliza un medio sin antibiótico, otro medio con ampicilina como antibiótico y finalmente un medio con 2 antibióticos (ampicilina y neomicina). Convenciones: sin vector -SV40 TV, con vector +SV40 TV, LB medio de cultivo Luria Bertani, amp ampicilina, neo neomicina.

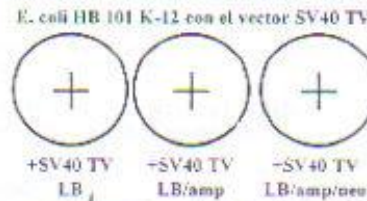


2. En otro experimento que usted realiza utilizando el mismo vector y la misma cepa, se encuentra con crecimiento positivo (+) en todas las cajas de petri donde la *E. coli* no tiene el vector ¿Por qué dieron los resultados positivos? Argumente su respuesta.



el antibiótico no sirvió. Se agregó el antibiótico muy poco o estaba pasada resistente al antibiótico. No se adicionó la cantidad ideal de antibiótico.

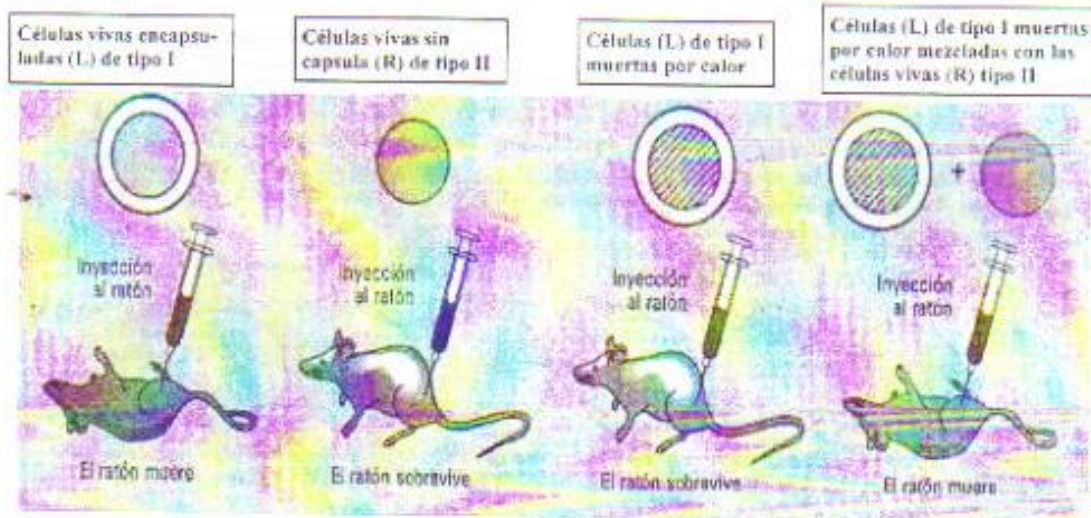
3. En otro experimento que usted realiza utilizando el mismo vector y la misma cepa, encuentra con crecimiento positivo (+) en todas las cajas de petri para las muestras donde la *E. coli* que tiene el vector ¿Por qué dieron los resultados positivos? Argumente su respuesta.



obtuvieron las condiciones para la utilización del antibiótico, y por ello dieron bien los resultados.

En 1923, Frederick Griffith, médico en el Ministerio Británico de Salud, demostró que los neumococos crecen como colonias L o R, y además que las dos formas eran interconvertibles; o sea, en ocasiones una bacteria R podía convertirse en una bacteria L, o viceversa. Como se demostró en el experimento efectuado por Griffith para el descubrimiento de la transformación bacteriana FIGURA 32 (Karp, 2006).

FIGURA 32. Diseño del experimento efectuado por Griffith para el descubrimiento de la transformación bacteriana. (Karp, 2006).



Interprete la grafica teniendo en cuenta que las células encapsuladas son virulentas y las células que no están encapsuladas no son virulentas:

En base a la grafica argumente.

1. ¿Por qué murió el ratón del ultimo experimento? Porque en el ultimo caso el material genético muere de él transformo a la célula viva.
2. Explique que ocurrió en cada experimento.
3. El experimento Frederick Griffith se realizo en 1923 aun cuando no se conocía que el DNA era el material genético, ubicándose en el contexto del autor ¿Qué aportes le brinda este experimento a la sociedad?

Dato sobre la transformación genética, ya que senta las bases de la misma, puesta su mayor objetivo de investigación era por que las células se veian contaminadas

- 1) En el primer caso el ratón muere por que la capsula obvia una toxina patogena.
- 2) células vivas sin capsula no afectan al ratón y este vive
- 3) Por medio del calor se esteriliza la muestra ocasionando muerte celular y el ratón vive
- 4) El material genético de la célula 1 queda libre y el fragmento de DNA se transforma en la célula 2 ocasionando muerte al ratón.

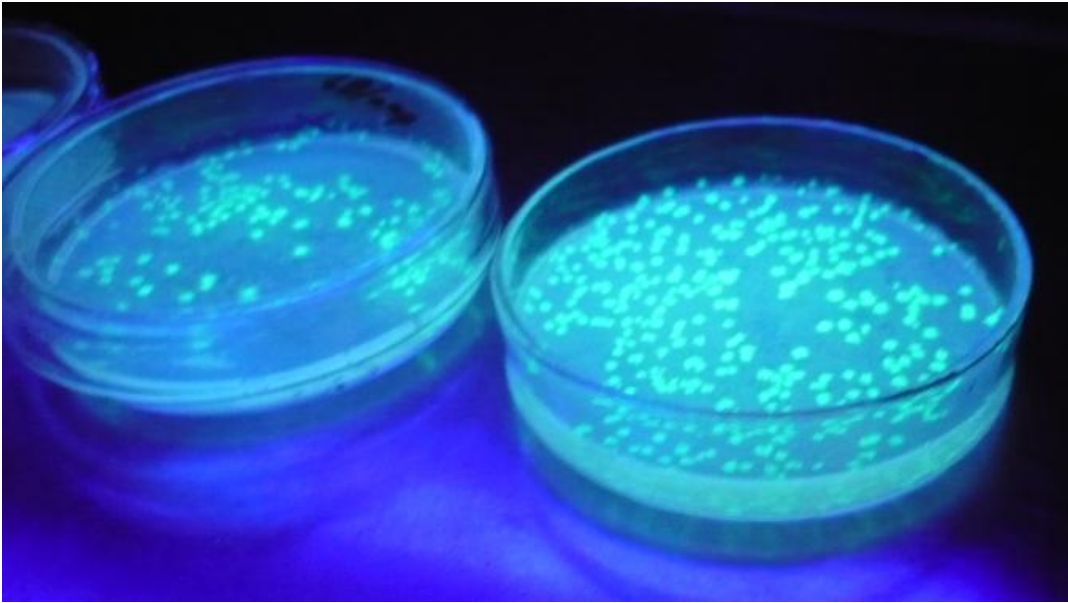
3.3.2 Socialización en torno a la transformación bacteriana

Punto de discusión	Respuesta
¿Qué importancia tiene la temática DNA recombinante para su formación?	Es muy interesante puesto somos licenciados en biología, y actualmente el DNA recombinante es una de las pilares de la Biotecnología
¿Qué importancia tiene la utilización de la transformación bacteriana?	Nos permite tener "microfábricas" de microorganismos [E. coli] para que se expresen genes de interés
¿Qué habilidades, aporta la unidad temática para su formación profesional?	manejo de materiales biotecnológicos

4. Formato de evaluación

Formato de evaluación				
Valores 1-10; donde 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.				
Estudiante (s):		Materia:		
		Fecha:		
Item	a). Autoevaluación (lo que el estudiante considera se merece por su desempeño en clase)	b). Coevaluación (lo realiza el grupo en torno a una dinámica general)	c). Heteroevaluación (lo realiza el docente sobre el trabajo realizado por el estudiante)	Promedio a+b+c/3
Contenidos procedimentales Actividad 1	9	9		d).
Contenidos conceptuales Actividad 2	9	9		e).
Contenidos Actitudinales Actividad 3	10	10		f).
Puntualidad	10	10		g).
Lectura previa	8	9		h).
Manejo de tema	9	9		i).
Total promedio d+e+f+g+h+i/6 *0.7 = 70% nota definitiva				j).
		Nota de taller = 30% nota definitiva	*0.3	k).
Definitiva j+k = 100% nota				

Fotografía: transformación bacteriana



ANEXO 8: EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LA UNIDAD TEMÁTICA DNA RECOMBINANTE

Tabla 16. Información obtenida del vector Plasmid tras el corte con 2 enzimas de restricción de corte único A. ApaLI y B. PspFI Utilizando el programa SnapGene
(5384) (5378)

Vector: Plasmid	Código del LOCUS: KC176267	Organismo: Expression Vector pFUSE-LIGHT	Acceso GenBank del NCBI: Expression Vector pFUSE-LIGHT, complete sequence
Función e importancia	Transformación Bacteriana		
Enzima de restricción que realiza un corte en el vector: <u>Plasmid</u>			
Enzima	Secuencia (5'→3')	Posición de corte	Tipo de corte y zona de reconocimiento
<u>A. ApaLI</u>	GTGAC	5384	5'... G [▼] TGAC... 3' 3'... CACG [▲] TG... 5'
<u>B. PspFI</u>	cccAGC	5378	5'... CCCAG [▼] C... 3' 3'... GGG [▲] TGC... 5'

Diagrama 4. corte del vector Plasmid con enzimas de restricción. Utilizando dos enzimas de restricción de corte único A. ApaLI y B. PspFI Basado en los datos obtenidos del programa SnapGene de la tabla 16.
(5384) (5378)

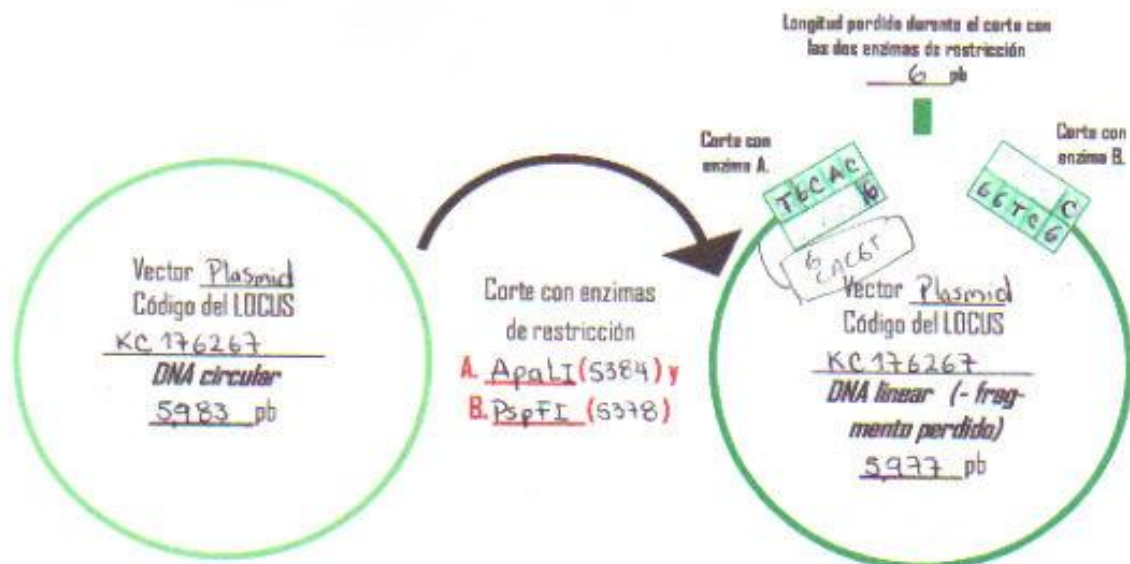
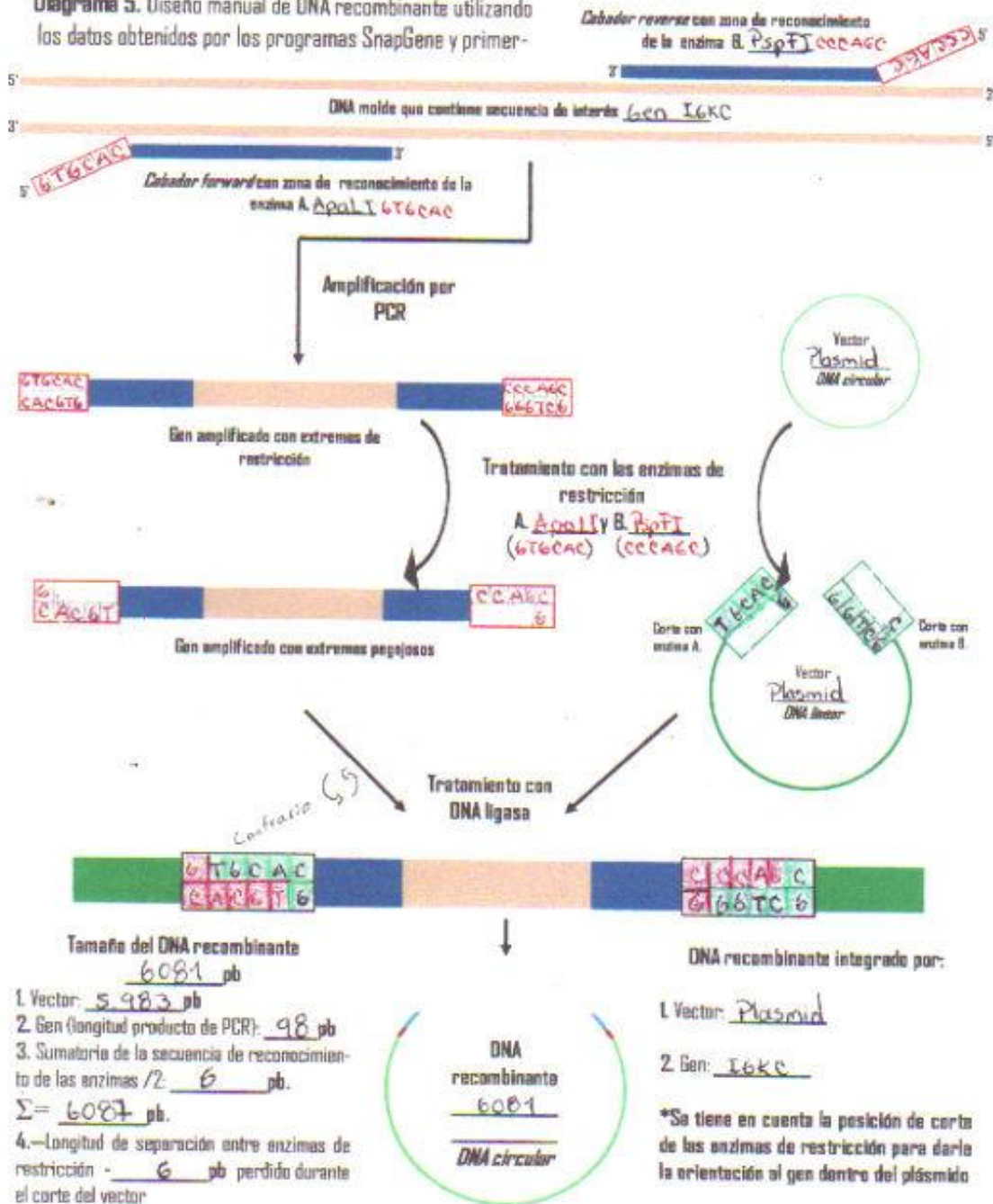


Tabla 17. Resultados de diseño de cebadores del gen de interés I6KC 3514 con zona de reconocimiento para las dos enzimas de restricción A. _____ y B. _____ Utilizando el programa Primer-BLAST y datos obtenidos por el programa SnapGene.

Gen: I6KC	Código ID en GENE: 3514	Organismo: Homo sapiens (Human)	Acceso GENE del NCBI I6KC immunoglobulin Kappa constant [Homo sapiens (human)]			
Función e importancia	Formación de Anticuerpos.					
Primer-BLAST Rango			Enter accession: NC_000002			
Cebador	From	To	Primer melting temperatures (T_m)			
Forward	89156825		Min	opt	Max	Max Tm difference
Reverse		89157242	57.0	60.0	63.0	3
Resultados		Par: 1	Longitud del producto: 98			
Cebador	Sequence (5'→3')	Longitud	Star	Stop	Tm	GC%
Forward	TTCCACGGCGTAGACTTTGT	20pb	89156934	89156953	59.97	50.00
Reverse	TCACAG6CAG6ACAG6CAAG	20pb	89157031	89157012	59.97	55.00
Tipo de corte y zona de reconocimiento: Enzima A: <u>ApaI</u>		Secuencia (5'→3') 6T6CAC	*Cebador Forward con zona de reconocimiento de la enzima <u>ApaI</u> 6T6CAC OK 5' <u>6T6CACTTCCACGGCGTAGACTTTGT</u> 3'			
Tipo de corte y zona de reconocimiento: Enzima B: <u>PspFI</u>		Secuencia (5'→3') CCCAGC	*Cebador Reverse con zona de reconocimiento de la enzima <u>PspFI</u> CCCAGC OK 5' <u>CCCAGCTCACAG6CAG6ACAG6CAAG</u> 3'			

* La secuencia de reconocimiento de las enzimas de restricción se adicionan en el extremo 5' de ambos cebadores

Diagrama 5. Diseño manual de DNA recombinante utilizando los datos obtenidos por los programas SnapGene y primer-



3.3 Actividad de Aplicación.

3.3.1 Llene los espacios con las palabras encontradas en la columna de la izquierda para completar el texto.

Aplicaciones	La manipulación de los <u>genes</u> es el objetivo de la ingeniería genética.
Cambiar	Gracias a estas técnicas, en la actualidad se pueden eliminar, añadir o <u>cambiar</u> los genes de una célula u <u>organismo</u> .
Clonación	La manipulación de los genes tiene múltiples <u>aplicaciones</u> desde la investigación hasta la biotecnología.
Consumo	Con la biotecnología se obtienen muchos productos de <u>consumo</u> habitual y se desarrollan importantes aplicaciones biosanitarias, agrícolas y <u>ganaderas</u> .
Ganaderas	La <u>clonación</u> y la obtención de organismos transgénicos son dos procesos biotecnológicos basados en la ingeniería <u>genética</u> .
Genética	La manipulación de los genes tiene <u>implicaciones</u> éticas y sociales que hacen necesaria, mediante leyes, una <u>regulación</u> de su investigación y de su aplicación.
Genes	
Implicaciones	
Organismo	

Tomado de actividades de ordenador, E.S.O. (2013) <http://iessuel.org/ccnn/>

Teniendo en cuenta el texto anterior escriba en dos párrafos su posición, a favor o en contra con respecto al tema

Nuestra posición frente al tema es a favor, ya que, consideramos de manera importante en la actualidad la utilización de la Biotecnología en las diferentes áreas de producción e industrialización. Teniendo en cuenta que muchos de estos procesos requieren de manipulación e ingeniería genética en cuanto a la transpiración o al cambio de los diferentes organismos a utilizar.

Mejorando significativamente la calidad y el bienestar de los seres humanos con respecto a la nutrición y el de aprovechar ambientes desérticos para convertirlos en suelos productivos a través de la utilización precisamente de este tipo de tecnología. Colocando en juego también la Bioética, la cual, nos parece sumamente importante y sobre todo es debatir muchos temas que giran al rededor de ello.

3.3.2 Socialice: socialice con los compañeros del curso.

1. ¿Qué importancia tiene la temática DNA recombinante ?
2. ¿Qué habilidades , aporta la unidad temática para su formación profesional?
3. ¿Es posible diseñar propuestas educativas utilizando bases de datos y programas de bioinformática?

ok

SOCIALIZACIÓN DE LAS PREGUNTAS

1. ¿Qué importancia tiene la temática DNA recombinante?

RTA: La temática DNA recombinante es importante, ya que, permiten un diagnóstico directo de las enfermedades genéticas y por tanto la detección de genes portadores recesivos. Si ello se compara con los estudios fenotípicos y de descendencia, o en los análisis bioquímicos, esta nueva herramienta, presenta la ventaja que no es necesario esperar la expresión de los genes y que se puede discernir la influencia de efectos no genéticos.

El uso y desarrollo de esta temática permite el diagnóstico de enfermedades infecciosas o de desórdenes genéticos es una de las aplicaciones de mayor impacto de la tecnología de DNA. Al utilizar las técnicas de secuenciación de DNA y de PCR los científicos pueden diagnosticar infecciones virales, bacterianas o fúngicas, distinguir entre individuos cercanamente emparentados, o mapear la localización específica de los genes a lo largo de la molécula de DNA en las células.

2. ¿Qué habilidades, aporta la unidad temática para su formación profesional?

- **RTA:** Las habilidades que aporta la unidad temática para nuestra formación profesional, es en cuanto a la investigación, puesto que, es una manera de poder llevar a los estudiantes después de lo teórico a la práctica para poder obtener un mejor conocimiento y construcción del mismo y llegar a fomentar en los estudiantes el interés por la ciencia y sus aplicaciones. Otra habilidad que adquirimos fue el manejo y la manipulación de bases de datos y programas, donde, se puede exportar una cierta secuencia de ADN la cual la presenta en un mapa, identificando principalmente enzimas, puntos de corte entre otros. Ayudando así a una mejor comprensión del presente tema.

3. ¿Es posible diseñar propuestas educativas utilizando bases de datos y programas de bioinformática?

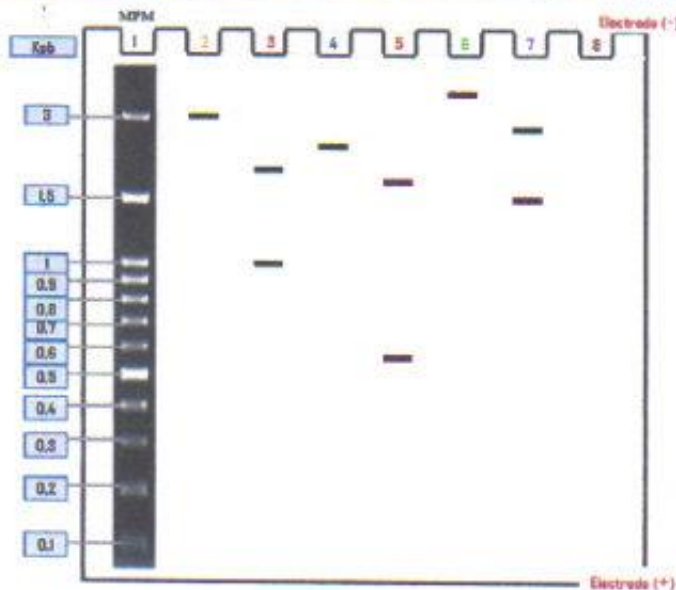
RTA: Teniendo en cuenta lo que se ha visto y aprendido con los laboratorios virtuales, si es posible, pero se deben tener los tiempos y equipos disponibles para un excelente aprendizaje y funcionamiento de los mismos. Y de esta manera los estudiantes se interesarán más por las temáticas a tratar. Es decir, que se debe optimizar los recursos y por supuesto las asesorías de los mismos.

3.2 Actividad de Estructuración. Pruebas de detección de inserciones utilizando RFLP

Usted se encuentra trabajando para el INVIMA y tiene que realizar un control de calidad a tres cepas bacterianas de *E. coli*, las cuales contienen una molécula de DNA recombinante. Las especificaciones técnicas con que usted cuenta son: peso del DNA recombinante 2984pb compuesto por un vector de DNA circular (pAW9) con un peso de 2552pb y el gen Octodon degus insulín mRNA, con 432pb introducido en la posición 160.

Teniendo en cuenta esta información usted aísla el DNA recombinante de las 3 cepas y las sometió a digestión con la enzima de restricción *DraI* que corta en la posición 1634, de manera independiente utiliza la enzima *Bst6I* que corta en las posiciones (522) y (2483). Finalmente puso a correr las muestras en una electroforesis de agarosa obteniendo los siguientes resultados:

Electroforesis en gel de agarosa 1.5%			
Pozo 1	Marcador de peso molecular. Escalera de 100pb	Pozo 5	Muestra dos tras 2 cortes con <i>Bst6I</i>
Pozo 2	Muestra uno (tras 1 corte con <i>DraI</i> 1634)	Pozo 6	Muestra tres (tras 1 corte con <i>DraI</i> 1634)
Pozo 3	Muestra uno tras 2 cortes con <i>Bst6I</i>	Pozo 7	Muestra tres tras 2 cortes con <i>Bst6I</i>
Pozo 4	Muestra dos (tras 1 corte con <i>DraI</i> 1634)	Pozo 8	Vacio



Con base a la información anterior responda

1. ¿Las cepas bacterianas contienen el mismo DNA recombinante? justifique
2. Explique que ocurrió en cada carril.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE ESTRUCTURACIÓN. PRUEBAS DE DETECCIÓN DE INSERCCIONES UTILIZANDO RFLP

Con base a la información anterior responda:

1. ¿Las cepas bacterianas contienen el mismo DNA recombinante? justifique

R/. Con respecto al análisis de cada uno de los carriles de la electroforesis, se llega a la conclusión de que las cepas bacterianas no contiene el mismo ADN recombinante, porque en cada uno de estos carriles algunos se encontraba el peso esperado como en otros no, es decir, que en ese caso no se realizó el inserto del gen de interés.

2. Explique qué ocurrió en cada carril.

R/. Entonces lo que sucedió en cada carril fue: «cada carril está representado por su color correspondiente»:

2. En este se obtuvo el peso esperado.

3. En este caso el gen de interés no se insertó, porque no se obtuvo el peso esperado que era 2984 pb.

4. Se obtuvo el peso esperado, ya que, se encuentra aproximadamente en 2900pb.

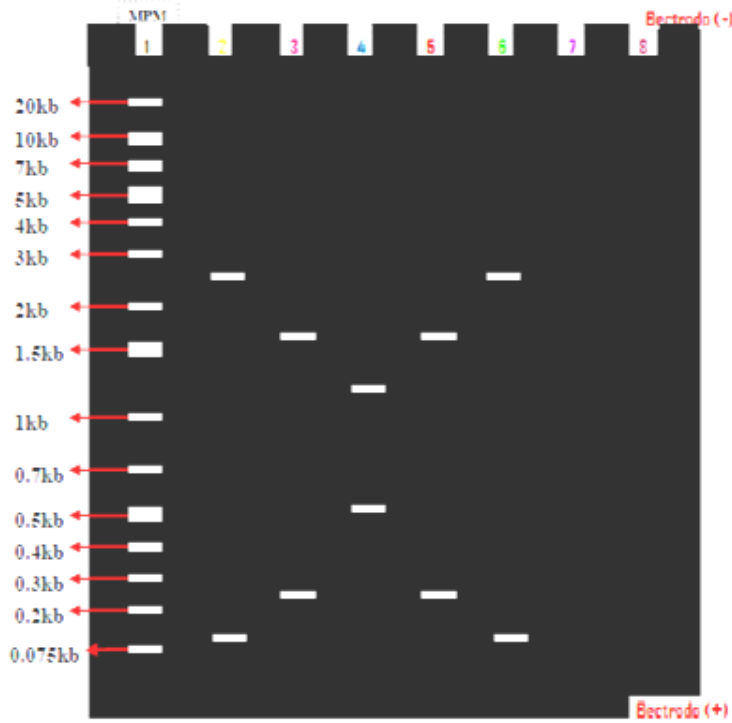
5. En este proceso, el gen no se insertó porque se evidencia una gran diferencia que tuvieron en relación con los valores que debían tener, es decir, que no se obtuvo el peso esperado.

6. Con los cálculos realizados se puede decir que no se obtuvo el peso esperado, ya que en la electroforesis se encuentra por encima del valor esperado.

7. El gen de interés se insertó perfectamente, ya que, el peso de los dos cortes es el esperado.

ANEXO 9: EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LA UNIDAD TEMÁTICA PCR.

Gen	Código ID :	Organismo:	Acceso GENE del NCBI			
IGKC	3514	Homo sapiens (Human)	immunoglobulin kappa constant [Homo sapiens (human)]			
Función e importancia	Formacion de anticuerpos					
BLAST		Rango	From	To		
Enter accession : NC_000002.11			89156825	89157243		
Primer-BLAST Rango			Enter accession : NC_000002.11			
Cebador	From	To	Primer melting temperatures (T _m)			
Forward	89156825		Min	opt	Max	Max T _m difference
Reverse		89157243	57.0	60.0	63.0	3
Resultados		Par:1	Longitud del producto: 98pb			
Cebador	Sequence (5'->3')	Longitud	Star	Stop	T _m	GC%
Forward	TTCGCAGGCGTAGACTTTGT	20	89156934	89156953	59.97	50.00
Reverse	TCACAGAGCAGGACAGCAAG	20	89157031	89157012	59.97	55.00
Resultados		Par:2	Longitud del producto: 95pb			
Cebador	Sequence (5'->3')	Longitud	Star	Stop	T _m	GC%
Forward	CTCTCCTGGGAGTTACCGA	20	89157034	89157053	60.03	60.00
Reverse	TCTGTTGTGTGCTGCTGAA	20	89157128	89157109	60.11	50.00



Con base a la información anterior responda:

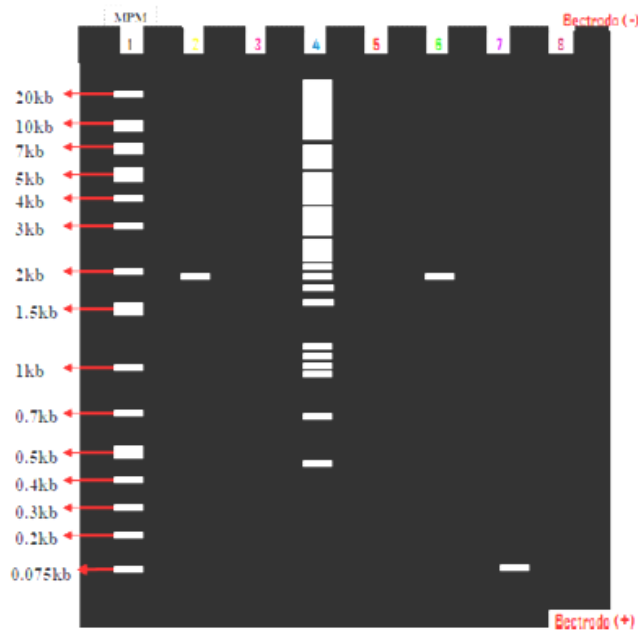
¿La persona que cometió el crimen es la pareja de la víctima? Justifique su respuesta.

Respuesta:

La persona no cometió el crimen ya que el perfil genético encontrado en las uñas de la víctima para este caso específico no corresponde al DNA del sospechoso, por la diferencia que se muestra, aunque para mayor fiabilidad en los temas es necesario mas pruebas de este tipo utilizando mas microsatelites.

Nota: Las unidades del marcador de peso molecular (MPM) esta dado en kilo bases (Kpb), recuerde que 1 Kpb es igual a 1000pb.

Electroforesis en agarosa 1,5% TE			
Pozo 1	Marcador de peso molecular. 1Kb plus	Pozo 5	Control negativo con el segundo par de cebadores
Pozo 2	Control positivo que contiene una secuencia conocida de 1900pb y cebadores documentados.	Pozo 6	Amplificación con segunda par de cebadores
Pozo 3	Control negativo con el primer par de cebadores	Pozo 7	Control negativo con el tercer par de cebadores
Pozo 4	Amplificación con primer par de cebadores	Pozo 8	Amplificación con tercer par de cebadores



CONTROLES

Un control negativo (-) tiene todos los reactivos que componen la PCR a excepción del DNA molde, y en cambio H₂O destilada desionizada, y sirve para verificar la pureza de los reactivos.

Un control positivo (+) corresponde a una muestra de una secuencia de DNA con peso conocido, para este caso es la cepa de referencia.

Nota: Las unidades del marcador de peso molecular (MPM) esta dado en kilo bases (Kpb), recuerde que 1 Kpb es igual a 1000pb.

En base a lo anterior argumente sus respuestas:

1. ¿Qué par de cebadores es el adecuado para realizar la amplificación?
 2. ¿Explique que ocurrió en cada uno de los carriles?
-
1. El segundo par de cebadores es el adecuado para realizar la PCR ya que la amplificación fue igual al control positivo de lo esperado en la amplificación, presentaba una banda bien definida y tampoco se presentaron dímeros de cebadores.
 2. En el primer par de cebadores presento una contaminación en la muestra por lo que se observan diferentes bandas a lo largo de todo el carril como producto de una contaminación por una gran cantidad de DNA, en el segundo par de cebadores la muestra salió bien, y en último par de cebadores se presentó que los cebadores no amplificaron la secuencia, pudo ser que algún contaminante inhibió la PCR, que los cebadores formaron dímeros, o que los cebadores no eran muy específicos para el gen.

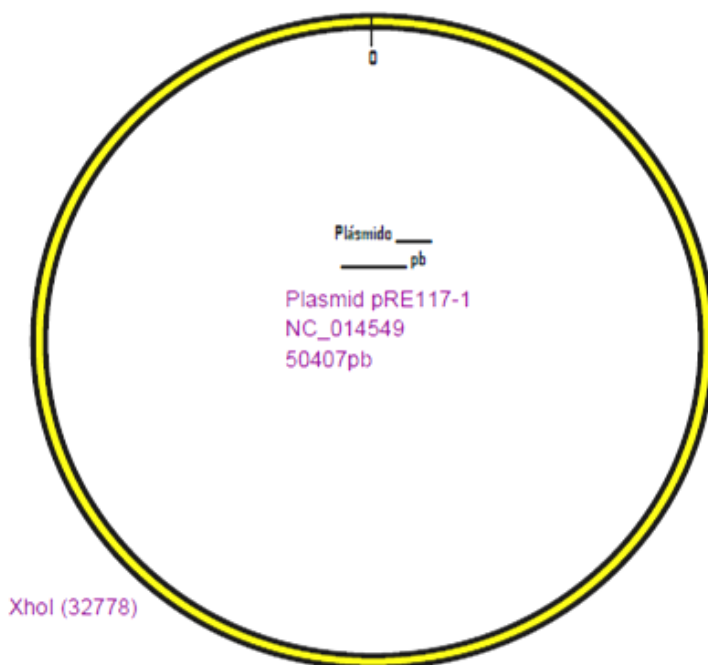
3.3.2 Socialización: Socialice con los compañeros del curso

1. ¿Qué importancia tiene la temática PCR para su formación profesional?
 2. ¿Qué habilidades aporta la unidad temática para su formación profesional?
 3. ¿Es posible diseñar propuestas educativas utilizando bases de datos y programas de bioinformática?
-
1. La PCR es necesaria para los profesores ya que es una técnica necesaria para muchas pruebas en la actualidad y es un tema de innovación para la enseñanza en la escuela
 2. Desarrolla las habilidades en cuanto al uso de las TICs, la informática y la biología moderna, además de generar habilidades en cuanto a propuestas didácticas para el diseño de laboratorios virtuales.
 3. Si es posible en los colegios ya que tiene requerimientos mínimos como internet y aulas de informática.

ANEXO 10: EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LA UNIDAD TEMÁTICA ENZIMAS DE RESTRICCIÓN.

Tabla 6. Resultados de fragmentos de la secuencia _____ obtenidos tras el tratamiento con I enzima de restricción que realiza un corte en esta secuencia circular.

Locus:	Longitud:	Secuencia:	Organismo:
NC_014549	50407	circular	Arthrobacter arilaitensis
Fragmento	longitud pb	Enzima de restricción	
		Nombre de la enzima, posición de corte y zona de reconocimiento	
UNICO	50407	XhoI 32.778	



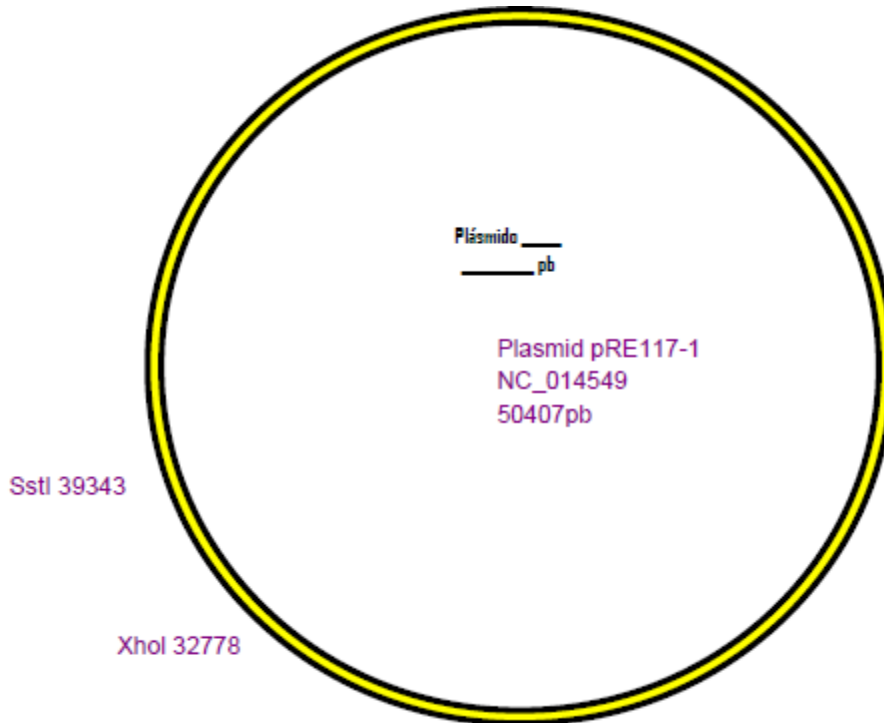
Grafica 6.1 Realice el diseño manual del mapa de restricción posterior al corte representa la secuencia _____ tras el corte con I enzima de restricción que realiza un corte en esta secuencia; Utilizando los datos obtenidos por bioinformática de la tabla 6. La grafica es una línea que representa el fragmento obtenido a partir del corte y su escala aproximada partiendo de la longitud del plásmido.

Plásmid pRE117-1
NC_014549
50407pb linar 1 fragmento

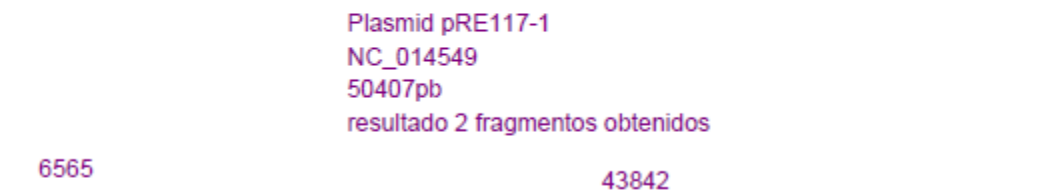
Locus:	Longitud:	Secuencia:	Organismo:
Fragmento	longitud pb	Enzimas de restricción	
		Nombre de la enzima, posición de corte y zona de reconocimiento	Nombre de la enzima, posición de corte y zona de reconocimiento
1	6565	XhoI 32778	SstI 39343
2	43842	*final de secuencia SstI 39343	XhoI 32778
$\Sigma = (1+2)$	$\Sigma = 50407\text{pb}$	*El DNA plásmido es circular y no tiene extremos, por lo que al extremo final se le suman las pb desde el punto cero hasta dónde llega el primer corte.	

Tabla 7.1 Resultados de fragmentos de la secuencia _____ obtenidos tras el cálculo manual utilizando las 2 enzimas de restricción trabajadas en la tabla 7. que realizan cada una un corte en esta secuencia circular.

Locus	Longitud:	Organismo:	
A. Nombre de la enzima y Posición de corte	B. Nombre de la enzima y Posición de corte	C. Diferencia (A-B)	* N° y longitud del Fragmento
XhoI 32778	SstI 39343	6565	1. 6565
Tamaño del plásmido	$\Sigma(\text{Diferencia C})$	D. Diferencia (Tamaño de la secuencia - $\Sigma(\text{Diferencia C})$)	* N° y longitud del Fragmento
50407pb	6565	43842	2. 43842
$\Sigma (\text{fragmentos } 1+2) = (\text{Tamaño de la secuencia}) = 50407\text{pb}$			



Grafica 7.1 Realice el diseño manual del mapa de restricción posterior al corte represente la secuencia _____ tras el corte con 2 enzimas de restricción que realizan cada una un corte en esta secuencia; Utilizando los datos obtenidos por bioinformática de la tabla 7.1. La grafica es una línea que representa los fragmentos obtenidos a partir de los cortes y su escala aproximada partiendo de la longitud del plásmido.



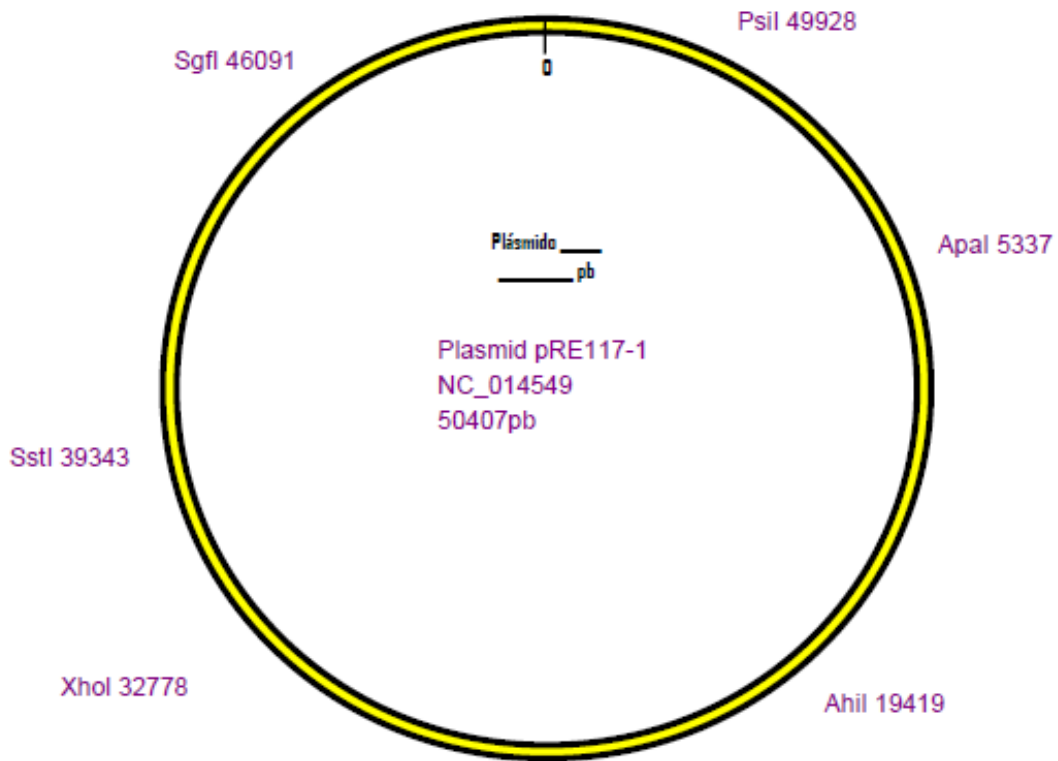
→ enzimas de restricción que realizan uno y dos cortes en esta secuencia circular.

Locus:	Longitud:	Secuencia:	Organismo:
Fragmento	longitud pb	Enzimas de restricción	
		Nombre de la enzima, posición de corte y zona de reconocimiento	Nombre de la enzima, posición de corte y zona de reconocimiento
1	6565	XhoI 32778	SstI 39343
2	6748	SstI 39343	SgfI 46091
3	3837	SgfI 46091	PsiI 49928
4	5816	PsiI 49928	ApaI 5337
5	14082	ApaI 5337	AhiI 19419
6	13359	AhiI 19419	XhoI 32778
$\Sigma = (1+2+3+4+5+6)$	$\Sigma = 50407\text{pb}$	*El DNA plásmido es circular y no tiene extremos, por lo que al extremo final se le suman las pb desde el punto cero hasta dónde llega el primer corte.	

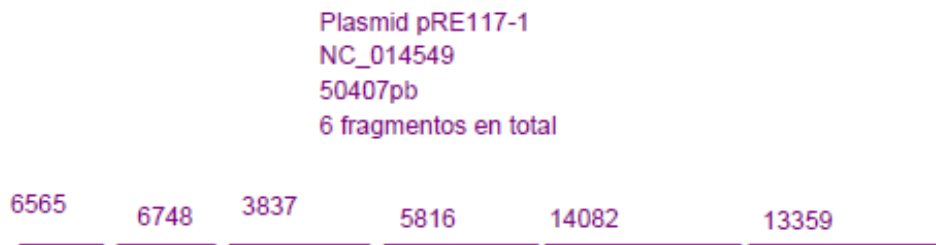
Tabla 8.1 Resultados de fragmentos de la secuencia _____ obtenidos tras el calculo manual utilizando las 4 enzimas de restricción que realizan uno y dos cortes en esta secuencia circular trabajadas en la tabla 8.

Locus	Longitud:	Organismo:	
A. Nombre de la enzima y Posición de corte	B. Nombre de la enzima y Posición de corte	C. Diferencia (A-B)	* Nº y longitud del Fragmento
XhoI 32778	SstI 39343	6565	1. 6565
SstI 39343	Sgfl 46091	6748	2. 6748
Sgfl 46091	PsiI 49928	3837	3. 3837
PsiI 49928	Apal 5337	5816	4. 5816
Apal 5337	AhlI 19419	14082	5. 14082
Tamaño del plásmido	$\sum(\text{Diferencia C})$	D. Diferencia (Tamaño de la secuencia - $\sum(\text{Diferencias C})$)	* Nº y longitud del Fragmento
50407pb	37048	13359	6. 13359
$\sum (\text{fragmentos } 1+2+3+4+5+6) = (\text{Tamaño de la secuencia}) = 50407\text{pb}$			

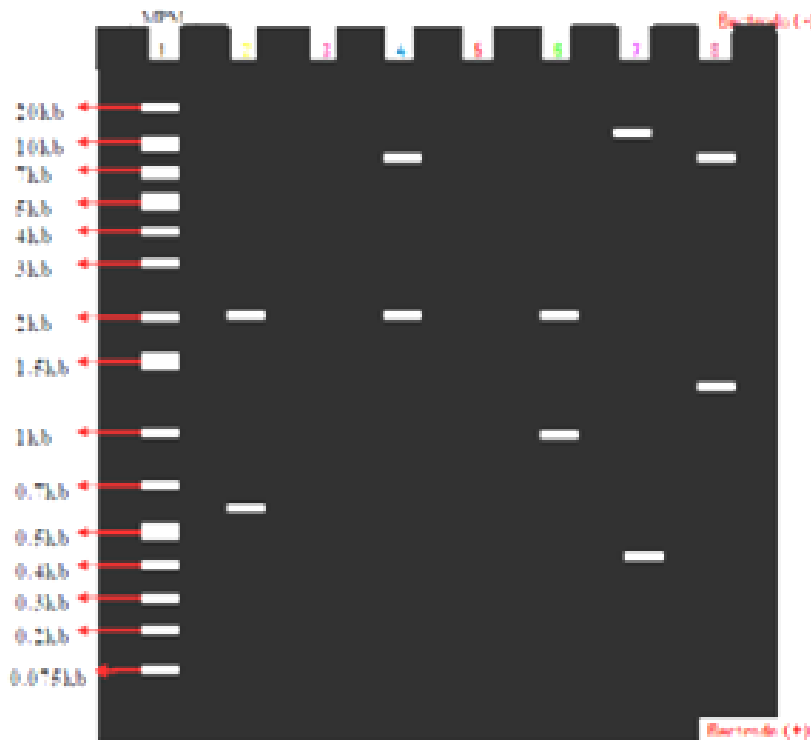
formática de la tabla 8.1



Grafica 8.1 Realice el diseño manual del mapa de restricción posterior al corte representa la secuencia tras el corte con 4 enzimas de restricción que realizan uno y dos cortes en esta secuencia; Utilizando los datos obtenidos por bioinformática de la tabla 8.1. La grafica es una línea que representa los fragmentos obtenidos a partir de los cortes y su escala aproximada partiendo de la longitud del plásmido.



Electroforesis en agarosa 1.5% TE			
Pozo 1	Marcador de peso molecular (Kb) plus	Pozo 5	VACIO
Pozo 2	DNA de la madre	Pozo 6	Corte C. Presunto padre 1
Pozo 3	VACIO	Pozo 7	Corte D. Presunto padre 2
Pozo 4	DNA hijo	Pozo 8	Corte E. Presunto padre 3



RFLP Es una técnica que se basa en las enzimas de restricción que reconoce posiciones de corte específicas dentro de una secuencia y debido a que hay variación por efecto de la mutación entre individuos se presentan diferencias. Por lo que usualmente genera patrones de distancia, longitud y disposición diferentes en el ADN de diferentes individuos de una población. (Lodish, H., Berk, A., Matsudaira P. *et al* 2005).

Nota: Las unidades del marcador de peso molecular (MPM) están dado en kilo bases (Kpb), recuerde que 1 Kpb es igual a 1000pb.

En base a lo anterior argumente sus respuestas:

1. ¿Quién tiene mayor probabilidad de ser el papa del Niño?
2. ¿Cómo se puede obtener una mayor fidelidad de los resultados para establecer quien es el verdadero padre el niño?
3. ¿Qué otra información puedo obtener a partir de los resultados?

1. El perfil que tiene más posibilidades de ser el del padre del hijo es el 3° que se ubica en el pozo 8 ya que este presenta un perfil igual de uno de los cromosomas del niño y el otro corresponde al de la madre
2. Se requiere realizar más exámenes de este tipo para tener más datos comparativos
3. Que el padre 1 pozo 6 también tiene una pequeña probabilidad de ser el padre, pero igualmente se requiere realizar más muestras.

3.3.2 Socialización: Socialice con los compañeros del curso

1. ¿Qué importancia tiene la temática enzimas de restricción para su formación profesional?
2. ¿Qué habilidades aporta la unidad temática para su formación profesional?
3. ¿Es posible diseñar propuestas educativas utilizando bases de datos y programas de bioinformática?

1. La temática es importante ya que a partir de ella se le puede dar relación con la moderna biotecnología y múltiples aplicaciones en la industria.
2. Permite desarrollar habilidades en las TICs, la biología moderna y permite tener una base en relación a la bioinformática para desarrollar en aulas con estudiantes.
3. Es muy posible ya que es gratuito los programas y las aplicaciones solo requieren de internet y una sala básica de computación.

ANEXO 11: EVIDENCIA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LA UNIDAD TEMÁTICA EXTRACCIÓN DE DNA.

3.2.1 Taller: responde argumentativamente	
Preguntas	Protocolos de extracción de Sangre Hígado y banano
1 ¿Qué efecto tiene el detergente en la célula?	ayuda a romper las membranas celulares
2 ¿Cómo actúa la proteinasa K o el ablandador de carne?	desnaturaliza las proteínas
3 ¿Cómo actúa el alcohol (etanol) en los protocolos?	precipita el DNA
4 ¿Cómo actúa la centrifugación en los diferentes pasos del protocolo de extracción de ADN de sangre?	ayuda a sedimentar los compuestos mas pesados e insolubles
5 ¿Cómo actúa el NaCl en los diferentes pasos de pasos del protocolo de extracción de ADN de sangre?	precipita las proteínas y protege el DNA
6 ¿Qué implicaciones tiene aislar DNA con contaminantes?	que para posteriores trabajos como PCR no sera viable
7 ¿Cómo se puede obtener DNA de mayor pureza?	con otros reactivos como fenol y cloroformo

3.2.2 tabla comparativa: responde argumentativamente		
Compare los métodos utilizados para aislar DNA de hígado y banano v/s los empleados en la extracción de DNA de sangre humana		
	Extracción de DNA Banano, Hígado con protocolo simple	Extracción de DNA Sangre Extracción de DNA de sangre humana con protocolo de DNA complejo
1. Análisis comparativo de los protocolos diferentes	Es rápido y tiene aplicaciones practicas en laboratorios escolares	es mas especifico para aislar DNA en sangre partiendo de la composición de las células y esta estandarizado en sus pasos
2. Con cual de los protocolos se obtiene un ADN de mayor pureza y por que?	se obtiene DNA de menor pureza ya que no se separan las proteínas ni los lipidos del producto final de DNA	se obtiene DNA de mayor calidad ya que las sales y la centrifugacion ayudan a separar el DNA de otros compuestos como proteínas y lipidos.

3.3 Actividad de aplicación

3.3.1 Problemas basados en situaciones hipotéticas

1. Usted se encuentra trabajando en un colegio rural donde no se disponen de laboratorios ni reactivos para los trabajos prácticos. Como profesor de biología a cargo de los grupos de bachillerato se encuentra dando la temática DNA y usted quiere realizar una actividad de laboratorio. Teniendo en cuenta el contexto ¿con que químicos y muestras realizaría la extracción de DNA? Describa el procedimiento.
2. En una salida de campo realizada a La Mesa Cundinamarca usted se interesó por los fósiles encontrados en Páez y quiso realizar un estudio a nivel molecular con macromoléculas de esa zona. Para realizar un trabajo de este tipo se requiere de un DNA muy puro el cual se tiene que extraer de muestras limitadas (1cm de hueso) ¿con que reactivos realizaría la extracción de DNA? Describa el procedimiento.

1. Para extraer DNA se podría utilizar muestras hojas de plantas cercanas al colegio que los estudiantes identificaran, o muestras de verduras o frutas conocidas, los reactivos podrían ser: jabón de cocina para romper las membranas, ablandador de carne o bicarbonato para desnaturalizar las proteínas, o si no se encuentra de pronto intentar calentando mucho la muestra, y alcohol antiséptico bien frío para la precipitación.
2. Para extraer el DNA del fósil, por ser una muestra tan pequeña se requiere utilizar un Kit especializado con los reactivos específicos puede ser así:
 - 2.1. La muestra se debe macerar.
 - 2.2. Dejar la muestra en agua tibia un tiempo para permitir que se mezclen los compuestos de la roca con el agua formando algún tipo de barro más homogéneo y fácil de trabajar
 - 2.3. Utilizar el buffer para mantener el pH y estabilizar el DNA.
 - 2.4. Utilizar el detergente SDS para romper los fosfolípidos de las membranas
 - 2.5. Utilizar la proteínasa K
 - 2.6. Adicionar las sales para precipitar las proteínas
 - 2.7. Pro centrifugación hacer varios lavados utilizando etanol frío al 96%
 - 2.8. Conservar el DNA a -4°.

3.2.2 Socialización: Socialice con los compañeros del curso

1. ¿Es posible diseñar propuestas educativas utilizando trabajos prácticos?
2. ¿Qué importancia tiene la temática extracción de DNA para su formación profesional?
3. ¿Qué habilidades . aporta la unidad temática para su formación profesional?

1. Si es muy posible con esta temática desarrollar propuestas de trabajos prácticos.
2. Me permite integrar los conocimientos con propuestas didácticas en el aula.
3. Habilidades practicas útiles para el laboratorio y didácticas para la generación de propuestas en genética.

ANEXO 12: EVIDENCIA DE VALIDACIÓN DE CADA UNA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS REALIZADAS POR LOS DOCENTES.

Formato de validación para la unidad temática extracción de DNA
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.

Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	10	
	Esquema	10	
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	10	
	Actitudinales	6	Opino que es necesario revisar, lo que realmente se pretende transformar en las actitudes de los individuos, con este tipo de propuesta, faltan elementos que muestre que se quieren transformar, sobre todo en el tipo de Proyecto Curricular de la Licenciatura
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	8	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	10	
	Modelo de evaluación	10	
	Fuentes bibliográficas	10	
	Glosario	10	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	8	
	Colores	9	
	Tablas	8	
Sugerencias	Opino que el trabajo en general es excelente, sin embargo es necesario en esta primera unidad realizar una exhaustiva revisión de: signos de puntuación (en especial comas, punto y comas, ortografía por ejemplo: escasez es con z y no escasas, con relación a Biología es con B y no b ya que es un nombre,		

Formato de validación para la unidad temática enzimas de restricción
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.

Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	10	
	Esquema	8	
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	10	
	Actitudinales	6	Idem anterior
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	10	
	Modelo de evaluación	10	
	Fuentes bibliográficas	10	
	Glosario	10	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	8	
	Colores	10	
	Tablas	10	
Sugerencias			

Formato de validación para la unidad temática PCR
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.

Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	10	
	Esquema	8	S epuede mejoarar
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	10	
	Actitudinales	7	
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	10	
	Modelo de evaluación	10	
	Fuentes bibliográficas	10	
	Glosario	10	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	10	
Sugerencias			

Formato de validación para la unidad temática DNA recombinante
Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.

Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática		
	Esquema	10	
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	10	
	Actitudinales	8	
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	10	
	Modelo de evaluación	10	
	Fuentes bibliográficas	10	
	Glosario	10	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	10	
Sugerencias			

Formato de validación para la unidad temática transformación bacteriana Valores 1-10; donde: 1 corresponde al valor más bajo y 10 al valor más alto.			
Ítem	Categoría	Valore de 1-10	Argumente
Contenidos	Pertinencia de la unidad temática	10	
	Esquema	8	Revisar muy jerarquico
	Contenido teórico y secuencia	10	
	Procedimentales	10	
	Conceptuales	10	
	Actitudinales	8	
	Actividad de introducción	10	
	Actividad de estructuración	10	
	Actividad de aplicación	10	
	Distribución de tiempos	10	
	Modelo de evaluación	10	
	Fuentes bibliográficas	10	
	Glosario	10	
Aspectos estéticos	Ayudas graficas	10	
	Tamaño de letra y fuente	10	
	Colores	10	
	Tablas	10	
Sugerencias			

**ANEXO 13: UNIDAD DIDÁCTICA: TECNOLOGÍA DEL DNA RECOMBINANTE
PARA LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA MOLECULAR** (Ver documento adjunto)