

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA  
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA  
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

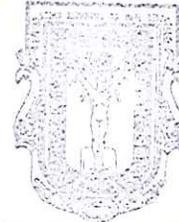
1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Nanotecnología
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Ingeniería Genética
5. **Clave:** 33588
6. **HC:** 02 **HL:** 03 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 08
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Terminal
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA  
Franklin David Muñoz Muñoz  
Haydeé López Rodríguez

Firma  


Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica  
Humberto Cervantes De Avila



FACULTAD DE INGENIERÍA,  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
ENSENADA, B.C.

Firma  


Fecha: 05 de septiembre de 2018

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La finalidad de la unidad de aprendizaje es que el alumno comprenda los fundamentos básicos de la ingeniería genética referentes a la manipulación genética de los organismos para la producción de diferentes compuestos y su utilización en bioprocesos industriales. Los fundamentos en genética sumados a los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Biología Celular, Biología Molecular y Bioquímica, serán útiles para lograr la formación integral en los estudiantes que opten por el desarrollo de procesos bionanotecnológicos. Esta unidad de aprendizaje se imparte en etapa terminal como optativa y forma parte del área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar procesos de ingeniería genética, mediante el uso de técnicas de biología molecular, para determinar la relación entre la nanotecnología y la modificación genética de organismos, con creatividad, respeto y responsabilidad

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Realiza y entrega reporte técnico que integre las investigaciones realizadas sobre las técnicas de biología molecular aplicadas a la ingeniería genética para explicar la aplicación de nanoestructuras biológicas sobre la manipulación genética. Su estructura debe contener resumen, objetivos, introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Introducción a la genética

**Competencia:**

Distinguir las técnicas básicas, mediante el desarrollo de procesos en ingeniería genética, para el aislamiento, manipulación y visualización de los ácidos nucleicos, con actitud responsable y crítica.

**Contenido:****Duración:** 5 horas

- 1.1. Introducción a la ingeniería genética
- 1.2. Ácidos Nucleicos
  - 1.2.1. Características de los ácidos nucleicos
  - 1.2.2. Aislamiento de DNA
  - 1.2.3. Aislamiento de RNA
  - 1.2.4. Electroforesis
  - 1.2.5. Marcaje de DNA
  - 1.2.6. Ligasas

## UNIDAD II. Técnicas para la manipulación genética

### Competencia:

Comprender la manipulación genética, mediante el uso de metodologías como Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y el reconocimiento de los diferentes tipos de células huésped, para realizar la clonación de fragmentos de DNA, con responsabilidad y ética.

### Contenido:

**Duración:** 7 horas

- 2.1. Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y sus aplicaciones
  - 2.1.1. Funcionamiento y características
  - 2.1.2. Diseño de primers
  - 2.1.3. RT-PCR
  - 2.1.4. PCR anidado
  - 2.1.5. PCR inverso
  - 2.1.6. PCR Tiempo Real
  - 2.1.7. RAPD
  - 2.1.8. RACE
- 2.2. Vectores y células huésped
  - 2.2.1. Células procariontas
  - 2.2.2. Células eucariotas
  - 2.2.3. Plásmidos
  - 2.2.4. Vectores de bacteriófagos para su uso en E. coli
  - 2.2.5. Plásmidos híbridos
  - 2.2.6. Vectores para clonación de fragmentos grandes

## UNIDAD III. Clonación

### Competencia:

Describir las diferencias que existen entre las clonaciones, mediante la generación de bibliotecas que partan del DNA genómico y RNA mensajero, para incorporar material genético en células huésped, con una actitud crítica y responsable.

### Contenido:

**Duración:** 8 horas

- 3.1. Estrategias de clonación
  - 3.1.1. Clonación a partir de mRNA
  - 3.1.2. Síntesis de cDNA
  - 3.1.3. Clonación de cDNA
- 3.2. Clonación a partir de DNA genómico
  - 3.2.1. Bibliotecas genómicas
  - 3.2.2. Preparación de DNA para la clonación
  - 3.2.3. Ligación y amplificación de las bibliotecas
- 3.3. Transformación y transfección
  - 3.3.1. CaCl<sub>2</sub>
  - 3.3.2. Esferas de vidrio
  - 3.3.3. Electroporación
  - 3.3.4. Biobalística
  - 3.3.5. Agrobacterium tumefaciens
- 3.4. Métodos de selección y screening
  - 3.4.1. Sustratos cromogénicos
  - 3.4.2. Inactivación insersional
  - 3.4.3. Complementación
  - 3.4.4. Hibridación de Ácidos nucleicos
  - 3.4.5. Utilización de PCR

## UNIDAD IV. Aplicaciones

### Competencia:

Analizar la tecnología de DNA recombinante en la producción de proteínas, mediante diferentes sistemas de expresión, para la creación de organismos transgénicos, con respeto y compromiso.

### Contenido:

**Duración:**12 horas

- 4.1. Producción de proteínas heterólogas
  - 4.1.1. Sistemas de expresión procariontes
    - 4.1.1.1. E. coli
    - 4.1.1.2. Lactococcus lactis
  - 4.1.2. Sistemas de expresión eucariotes
    - 4.1.2.1. Levaduras
    - 4.1.2.2. Células de insecto
    - 4.1.2.3. Células de mamífero
    - 4.1.2.4. Plantas
    - 4.1.2.5. Microalgas
  - 4.1.3. Purificación y detección de proteínas recombinantes
- 4.2. Aplicaciones de la Ingeniería genética
  - 4.2.1. Plantas transgénicas
  - 4.2.2. Animales transgénicos
  - 4.2.3. Terapia génica
  - 4.2.4. RNAi
- 4.3. Bioinformática
  - 4.3.1. Programas de manejo de secuencias
  - 4.3.2. Bases de datos
  - 4.3.3. Análisis de secuencias

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Diferenciar las moléculas del DNA y RNA, a través de la graficación de sus estructuras químicas que considera los parámetros químicos establecidos en las mismas, para comprender sus características, con responsabilidad y actitud crítica.	Análisis de las estructuras moleculares Revisa la teoría descrita sobre las estructuras moleculares de las cadenas de DNA y RNA. Visualiza en textos científicos las moléculas y lee sobre la historia de la elucidación de su estructura. Realiza la graficación de las estructuras químicas de las moléculas del DNA y RNA.	Libros de bioquímica de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma.	3 horas
2	Analizar la relación estructura/propiedades del material genético, mediante el análisis del acomodo estructural, los enlaces que participan en la unión de los ácidos nucleicos y las demás moléculas que conforman la cadena de DNA y de RNA, para conocer las bases de las modificaciones genéticas, con una actitud crítica y creativa.	Análisis de las propiedades Consulta la información teorica acerca de las propiedades de las moléculas de DNA y RNA, sus características fisicoquímicas, Resuelve las preguntas formuladas en el taller y discutir las respuestas en grupo para aclarar conceptos.	Libros de bioquímica de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma.	3 horas
<b>UNIDAD II</b>				
3	Determinar la temperatura de desnaturalización (Tm) y diseño de primers, mediante el uso de	Consultar la relación entre la densidad del DNA y el contenido de G-C (Guanina-Citosina).	Libros de bioquímica de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma. Calculadora,	2 horas

	herramientas bioinformáticas, para la planeación de PCRs, con actitud crítica y creativa.	Resolver ejercicios sobre el cálculo del porcentaje de G-C en el DNA. Aprender el uso de herramientas bioinformáticas para el diseño de primers específicos. Discutir los resultados obtenidos en el grupo de trabajo.	computadora personal del docente y equipo de proyección UABC	
<b>UNIDAD III</b>				
4	Valorar la importancia de las enzimas de restricción, mediante el análisis de mapas de restricción, para determinar la unión de moléculas de DNA in vitro, con actitud crítica, responsable y creativa.	Resolver ejercicios en clase, usando mapas de restricción, que representan una secuencia lineal de los sitios en los que las diferentes enzimas de restricción poseen dianas en una molécula de DNA particular. Elaborar tablas comparativas con los diferentes vectores de clonación disponibles en el mercado. Discutir en grupo los resultados obtenidos.	Libros de bioquímica de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma. Calculadora, computadora personal del docente y equipo de proyección UABC	3 horas
<b>UNIDAD IV</b>				
5	Elaborar tablas comparativas de los diferentes sistemas de producción heteróloga y purificación de proteínas, para establecer ventajas y desventajas, mediante la revisión detallada de bibliografía al respecto, con actitud crítica y creativa.	Consultar información detallada sobre los diferentes sistemas de producción heteróloga de proteínas, para determinar ventajas y desventajas de cada uno. Adicionalmente conocer a detalle las metodologías de purificación de proteínas, estableciendo tipos de cromatografías comúnmente usados. Exponer en grupo la información recolectada y discutir para establecer conclusiones.	Libros de bioquímica de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma. Calculadora, computadora personal del docente y equipo de proyección UABC	2 horas
6	Resolver ejercicios de identificación de secuencias de	Mediante el uso de páginas disponibles en internet que	Internet y computadora personal, equipo de proyección UABC.	3 horas

	<p>nucleotidos y aminoácidos, para determinar la relación entre la secuencia de un gen y su transcrito, mediante el uso de técnicas de bioinformática, con actitud crítica y responsable.</p>	<p>permiten realizar análisis de secuencias, analizar diferentes fragmentos de nucleótidos y aminoácidos para aprender a determinar porcentajes de identidad de secuencias amplificadas, predecir funciones enzimáticas entre otras. Discutir los resultados obtenidos con el grupo para establecer conclusiones</p>	<p>Artículos científicos</p>	
--	---	--	------------------------------	--

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Extraer experimentalmente el DNA y RNA de diferentes muestras biológicas, mediante el uso de las técnicas básicas de aislamiento, para aprender la manipulación y visualización de los ácidos nucleicos, con responsabilidad y actitud crítica.	A partir de diferentes muestras biológicas disponibles en el laboratorio, se extrae el DNA y el RNA mediante reacciones fisicoquímicas. Se entrega un reporte de laboratorio sobre la actividad realizada.	Células bacterianas y eucariotas disponibles en el laboratorio. Material y equipo de laboratorio: Centrifuga, tubos de plástico de 1.5 ml, fenol, cloroformo. Isopropanol, etanol absoluto, nitrógeno líquido, y DNAsa.	5 horas
3	Analizar las propiedades de las moléculas de DNA y RNA, para interpretar las diferencias que existen entre ellas y lograr su visualización, mediante el uso de geles de agarosa, con actitud crítica y creativa.	En geles de agarosa previamente preparados, se depositan las muestras DNA y RNA obtenidas en las prácticas anteriores, se somete a un campo eléctrico para la respectiva migración de las moléculas y finalmente se observan mediante luz UV para determinar las diferencias entre ambos materiales genéticos. Se realiza un informe de laboratorio que contenga las observaciones realizadas.	Muestras de DNA y RNA obtenidas en prácticas anteriores. Material y equipo de laboratorio: Agarosa, TAE 1x, cámaras de electroforesis, buffer de carga, marcador de peso molecular RNA/DNA, bromuro de etidio.	5 horas
<b>UNIDAD II</b>				
4	Verificar experimentalmente las condiciones para la amplificación de fragmentos específicos de DNA, mediante la técnica de reacción en cadena de la	Usando primers específicos, se amplifican fragmentos de DNA de interés mediante la técnica de PCR usando un termociclador que permite las condiciones	Muestra de DNA. Kit de amplificación de PCR, agua grado biología molecular, puntas para micropipeta, micropipetas, termociclador, primers.	5 horas

	polimerasa (PCR), con actitud responsable y ética.	específicas para la reacción. Se entrega un reporte de la actividad realizada, describiendo los resultados obtenidos y sus posibles aplicaciones.		
5	Verificar las diferentes técnicas de ingeniería genética para la determinación de los exones que componen un transcrito de mRNA, mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa reversa (RT-PCR), con actitud crítica y creativa.	A partir de muestras de RNA de células eucariotas, se utilizará la técnica de RT-PCR para retrotranscribir una hebra de RNA en DNA. Se elabora un reporte de laboratorio que contenga los resultados obtenidos, así mismo las conclusiones críticas respecto a la actividad realizada.	Muestra de RNA. Kit para RT-PCR, micropipetas, puntas estériles para micropipetas, termociclador, etanol.	5 horas
6	Obtener experimentalmente plásmidos bacterianos para aprender las condiciones de laboratorio para su manipulación, mediante la extracción con técnicas básicas de aislamiento, con actitud responsable y ética.	A partir de células bacterianas previamente preparadas, se extrae DNA plasmídico y se visualiza en gel de agarosa. Entrega de reporte con las observaciones generadas durante la práctica.	Células bacterianas con plásmidos. Soluciones de extracción, puntas para micropipeta, micropipetas, isopropanol, etanol 70%, tubos de plástico de 1.5 mL	5 horas
<b>UNIDAD III</b>				
7	Verificar experimentalmente los mecanismos de acción de las enzimas de restricción y su aplicación en la ingeniería genética mediante la digestión de plásmidos y fragmentos de DNA, con actitud crítica y responsable,	Usando enzimas de restricción, se realiza la digestión de plásmidos y fragmentos de DNA en sitios específicos. Se estructura y entrega un reporte de laboratorio indicando las observaciones y conclusiones obtenidas.	Plásmidos y fragmentos de DNA. Enzimas de restricción, puntas para micropipeta, micropipetas, agarosa, TAE 1X, tubos de 200 µl, incubadora a 37 °C	5 horas
8	Verificar experimentalmente el proceso de unión de fragmentos de DNA para su posterior incorporación en bacterias, mediante las técnicas de clonación, con actitud crítica y responsabilidad.	A partir de fragmentos de DNA provenientes de las digestiones con las enzimas de restricción y con el uso de la enzima T4 DNA ligasa se realiza el proceso de clonación para posteriormente realizar la transformación en <i>E.</i>	Fragmentos de DNA de interés, células de <i>E. coli</i> , T4 DNA ligasa, puntas para micropipeta, micropipetas, incubadora a 37° C, baño María, medio SOC, medio LB líquido y en placa.	5 horas

		<i>coli</i> . Se entrega reporte con las observaciones y conclusiones obtenidas durante la práctica.		
<b>UNIDAD IV</b>				
9	Verificar experimentalmente la producción y purificación de proteínas heterólogas, para posibles aplicaciones en el campo de la nanotecnología, mediante las técnicas de expresión y purificación de proteínas recombinantes, con actitud responsable y creativa.	Partiendo de células previamente transformadas se induce en éstas la expresión de una proteína recombinante de interés y su posterior purificación utilizando una matriz de agarosa/níquel. Estructura y entrega de un reporte del experimento, enfatizando en el alcance de esta técnica.	Células transformadas. Medios de cultivo, IPTG, metanol, puntas para micropipeta, micropipetas, incubadora a 37° C. Esferas de agarosa/níquel, imidazol, centrifuga, soporte universal, puntas para micropipeta, micropipetas,	5 horas
10	Verificar experimentalmente la presencia de las proteínas para su detección y visualización en una muestra, mediante el uso de sustratos cromogénicos, con una actitud crítica y responsable.	Usando geles de poliacrilamida se visualizan las proteínas purificadas y adicionalmente se detectan mediante un ensayo de inmunoblot. Entrega de un reporte del experimento realizado, registrando las observaciones y conclusiones obtenidas.	Acilamida, temed, SDS, Cámaras para electroforesis de acilamida, membrana de nitrocelulosa, papel filtro, metanol, fuente de poder, cámara de transferencia de anticuerpos	4 horas
11	Evaluar la relación que existe entre la secuencia de un gen y su transcrito, mediante el uso de la bioinformática, para la predicción y/o identificación de sus funciones en un sistema biológico, con una actitud crítica y responsable.	Partiendo de secuencias de DNA y proteínas se hacen análisis para identificar y/o predecir funciones de interés, usando herramientas bioinformáticas disponibles en internet. Estructura y entrega un reporte que contenga los análisis realizados con sus principales conclusiones.	Internet y computadora personal	4 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (Docente):**

Expondrá los temas centrales del curso y resolverá dudas a maneras de ejemplo en metodología, análisis y manejo de técnicas en ingeniería genética. Se apoyará con presentaciones digitales, videos cortos y animaciones para facilitar la comprensión de aspectos claves relacionados con los principios de funcionamiento de equipo especializado para el análisis de material genético y biológico en general y las cualidades que deben tener las muestras para poder ser analizadas con estas tecnologías.

### **Estrategia de aprendizaje (Estudiante)**

#### **Taller**

A partir de la información que se proporcione de cuestionarios específicos, el estudiante debe: i) interpretar la información suministrada durante el curso, ii) plasmar una representación gráfica de las tareas o retos solicitados, iii) planear una estrategia que le permita lograr el objetivo propuesto en la clase, iv) argumentar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) socializar y cotejar sus resultados con su equipo de trabajo, vi) exponer su resultados frente a grupo, y vii) proponer y entregar la solución al finalizar el taller, viii) almacenar evidencias de desempeño en portafolio.

#### **Laboratorio**

A partir de la información que se proporcione para el desarrollo de las prácticas experimentales, el estudiante debe: i) interpretar e implementar el requerimiento solicitado, ii) a partir de un diagrama de bloques, plasmar una representación gráfica de lo solicitado, iii) planear una estrategia que le permita ejecutar la implementación experimental a fin de obtener lo solicitado, iv) analizar e interpretar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados, v) participar activamente en su equipo de trabajo en la realización de las tareas y cumplimiento de objetivos, vi) elaborar un reporte de la práctica experimental solicitada con los requerimientos en formato y contenidos solicitados y vii) entregar el reporte elaborado por el equipo de trabajo, en donde se plasmen de manera individual sus observaciones y conclusiones.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 70% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar vigente artículos 71 y 72.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

- 3 exámenes parciales.....	30%
- Compendio de problemas.....	25%
Talleres .....	15%
Tareas .....	10%
- Prácticas de laboratorio .....	20%
- Evidencia de desempeño.....	25%
<b>Total.....</b>	<b>100%</b>

## IX. REFERENCIAS

### Básicas

- Brown, T. (2016). *Gene cloning and DNA analysis: an introduction*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Green, M. y Sambrook, J. (2012). *Molecular cloning: A laboratory manual*. (4<sup>a</sup> ed.). Estados Unidos: Cold Spring Harbor. [Clásica]
- Grumezescu, A. (2018). *Nanostructures for the Engineering of Cells, Tissues and Organs*. Reino Unido: William Andrew, Elsevier
- Krebs, J., Goldstein, E. y Kilpatrick, S. (2017). *Lewin's GENES XI*. (12<sup>a</sup> ed.). Estados Unidos: Jones & Bartlett
- Primrose, S., y Twyman, R. (2016). *Principles of gene manipulation and genomics*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Renneberg, R., Berkling, V., y Lorch, V. (2016). *Biotechnology for beginners*. Estados Unidos: Academic Press.
- Rutherford, A. (2018). *Genetics: A Ladybird Expert Book*. Reino Unido: Penguin Books Ltd.
- Walsh, G. (2014). *Proteins biochemistry and biotechnology*. (2<sup>a</sup> ed.). Estados Unidos: John Wiley & Sons, Ltd.
- Watson, J. Baker, T. Bell., S, Gann, A., Levine, M., Losick, R. y Harrison, S.C. (2014). *Molecular Biology of the gene*. (7<sup>a</sup> ed.). Reino Unido: Pearson.

### Complementarias

- Dubey, R. (2014). *Advanced Biotechnology*. (4<sup>a</sup> ed.). India: S. Chand Publishing.

## **X. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente que imparta la unidad de aprendizaje de Ingeniería Genética, requiere título de licenciatura o ingeniería en el área de Biología, Bioquímica, Bioingeniería, Biotecnología y Genética. De preferencia con posgrado en dichas áreas.

Debe contar con experiencia en docencia y habilidades en manejo de equipo e instrumental de laboratorio, y aplicación de procedimientos de manipulación de genes. Así como tener habilidad para conducir a los estudiantes en la apropiación del conocimiento a través de preguntas que lleven a la reflexión y al análisis. Es deseable que cuente con experiencia en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes