

Aplicaciones de la Ingeniería Genética en Ciencias Biológicas

Ciencias Exactas y Naturales | Biología | para estudiantes universitarios | 16 semanas

Descripción del Curso

Este curso ofrece una exploración profunda y actualizada de las aplicaciones de la ingeniería genética en diversos campos de las ciencias biológicas. Se abordarán tanto los fundamentos técnicos como las implicaciones éticas, sociales y ambientales asociadas con las tecnologías genéticas modernas. Está diseñado para estudiantes universitarios que cursan carreras relacionadas con biología, biotecnología, ciencias de la salud y áreas afines, proporcionando un enfoque interdisciplinario que combina teoría, análisis crítico y estudio de casos prácticos.

El curso aborda técnicas clave como la clonación, edición genética (CRISPR-Cas9), terapia génica, producción de organismos genéticamente modificados (OGM) y biotecnología agrícola y médica. Además, se examinarán las aplicaciones industriales, ambientales y forenses, así como los marcos regulatorios vigentes. A través de metodologías activas, incluyendo lecturas dirigidas, debates, análisis de artículos científicos y proyectos, los estudiantes desarrollarán habilidades para evaluar críticamente el impacto de la ingeniería genética en la sociedad y en la ciencia.

Al finalizar el curso, los estudiantes serán capaces de comprender y aplicar los conceptos fundamentales de la ingeniería genética, analizar sus aplicaciones prácticas y comprender sus implicaciones éticas y sociales, preparándolos para contribuir de manera informada y responsable en sus futuras profesiones.

Objetivos Generales

- Comprender y describir los fundamentos y técnicas principales de la ingeniería genética.
- Aplicar metodologías básicas para el análisis y manipulación genética en contextos de laboratorio y teóricos.
- Evaluar las diversas aplicaciones prácticas de la ingeniería genética en salud, agricultura e industria.
- Analizar críticamente los aspectos éticos, legales y sociales vinculados a la ingeniería genética.
- Desarrollar habilidades comunicativas para presentar de manera clara y argumentada los temas relacionados con la ingeniería genética.

Competencias

- Analizar y explicar los principios técnicos y científicos que sustentan la ingeniería genética.
- Aplicar técnicas básicas de ingeniería genética en contextos experimentales y prácticos.
- Evaluar críticamente las aplicaciones de la ingeniería genética en distintos sectores biológicos.
- Identificar y discutir los aspectos éticos, legales y sociales relacionados con la manipulación genética.
- Comunicar de manera clara y fundamentada los conceptos y debates actuales sobre ingeniería genética.

- Integrar conocimientos interdisciplinarios para proponer soluciones innovadoras basadas en ingeniería genética.

Requerimientos

- Conocimientos básicos de biología celular y molecular.
- Familiaridad con conceptos de genética clásica y bioquímica.
- Acceso a recursos bibliográficos y bases de datos científicas.
- Computadora con acceso a internet para investigación y actividades en línea.
- Capacidad para lectura y análisis crítico de textos científicos en español e inglés.

Unidades del Curso

Unidad 1: Introducción a la Ingeniería Genética

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los conceptos básicos y la evolución histórica de la ingeniería genética, identificando sus hitos principales con apoyo de material bibliográfico.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los fundamentos de la genética molecular y su relación con la biotecnología, mediante la elaboración de un resumen escrito.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar las técnicas fundamentales utilizadas en ingeniería genética, evaluando sus ventajas y limitaciones en un cuadro comparativo.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar casos prácticos donde se apliquen principios básicos de ingeniería genética, justificando su impacto en las ciencias biológicas.

Contenidos Temáticos

1. Conceptos Básicos de Ingeniería Genética

- Definición y alcance de la ingeniería genética: Introducción a la manipulación directa del ADN para modificar organismos.
- Terminología fundamental: Genes, genoma, ADN recombinante, clonación, vectores, organismos genéticamente modificados (OGM).
- Principios básicos: Recombinación genética, transferencia génica, expresión génica.

2. Historia y Evolución de la Ingeniería Genética

- Antecedentes científicos: descubrimiento del ADN, estructura y función.
- Hitos principales:
 - 1953: Descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick.

- 1972: Primera clonación de ADN recombinante por Cohen y Boyer.
- 1973: Primer experimento de transferencia génica en bacterias.
- Décadas siguientes: desarrollo de técnicas como PCR, secuenciación de ADN, edición génica (CRISPR-Cas9).
- Evolución de aplicaciones: desde la agricultura hasta la medicina y la industria.

3. Fundamentos de Genética Molecular

- Estructura molecular del ADN y ARN: nucleótidos, doble hélice, codificación genética.
- Replicación, transcripción y traducción: procesos centrales para la expresión génica.
- Mutaciones y reparación del ADN: tipos, causas y mecanismos celulares.
- Regulación génica: mecanismos que controlan la expresión de genes.

4. Relación entre Genética Molecular y Biotecnología

- Definición y campo de la biotecnología: uso de organismos y sistemas biológicos para aplicaciones tecnológicas.
- Cómo la genética molecular fundamenta la biotecnología: manipulación del material genético para aplicaciones prácticas.
- Ejemplos de aplicaciones biotecnológicas basadas en genética molecular: producción de proteínas recombinantes, diagnóstico molecular, terapia génica.

5. Técnicas Fundamentales en Ingeniería Genética

- Clonación molecular:
 - Enzimas de restricción
 - Ligación de ADN
 - Vectores plasmídicos y bacteriófagos
- Electroforesis en gel: separación y análisis de fragmentos de ADN.
- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): amplificación de secuencias específicas de ADN.
- Secuenciación de ADN: métodos Sanger y secuenciación masiva.
- Edición génica: tecnologías CRISPR-Cas9, TALENs y zinc finger nucleasas.
- Ventajas y limitaciones de cada técnica: precisión, eficiencia, costo, aplicabilidad.

6. Análisis de Casos Prácticos en Ingeniería Genética

- Casos de estudio:
 - Producción de insulina humana recombinante.
 - Desarrollo de cultivos transgénicos resistentes a plagas.
 - Aplicación de CRISPR en terapia génica para enfermedades hereditarias.
- Análisis del impacto en ciencias biológicas: beneficios, riesgos y consideraciones éticas.
- Discusión crítica sobre la aplicación práctica y relevancia científica.

Actividades

Actividad 1: Línea del tiempo interactiva de la evolución histórica de la ingeniería genética

Objetivo: Describir los conceptos básicos y la evolución histórica de la ingeniería genética, identificando sus hitos principales.

Descripción:

- Los estudiantes investigarán en fuentes bibliográficas confiables los hitos históricos más relevantes de la ingeniería genética.
- En grupos pequeños, crearán una línea del tiempo digital o física que incluya fechas, eventos, personajes y descripciones breves.
- Presentarán su línea del tiempo al resto del grupo y discutirán la importancia de cada hito.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Línea del tiempo detallada y presentación grupal.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 2: Elaboración de un resumen sobre fundamentos de genética molecular y su relación con biotecnología

Objetivo: Explicar los fundamentos de la genética molecular y su relación con la biotecnología mediante un resumen escrito.

Descripción:

- Individualmente, los estudiantes leerán material bibliográfico seleccionado sobre genética molecular y biotecnología.
- Redactarán un resumen estructurado que integre los conceptos clave y ejemplos de aplicación biotecnológica.
- Se fomentará la revisión entre pares para mejorar la claridad y precisión del resumen.

Organización: Individual, con revisión en parejas.

Producto esperado: Resumen escrito de 1-2 páginas.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 3: Elaboración de un cuadro comparativo de técnicas fundamentales de ingeniería genética

Objetivo: Comparar las técnicas fundamentales utilizadas en ingeniería genética, evaluando sus ventajas y limitaciones.

Descripción:

- En parejas, los estudiantes investigarán y recopilarán información sobre las técnicas clave (clonación molecular, PCR, secuenciación, edición génica, etc.).

- Elaborarán un cuadro comparativo que incluya: descripción de la técnica, aplicaciones, ventajas, limitaciones y ejemplos.
- Discutirán en clase los resultados y resolverán dudas.

Organización: Parejas.

Producto esperado: Cuadro comparativo detallado.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 4: Análisis y discusión de casos prácticos de aplicación de ingeniería genética

Objetivo: Analizar casos prácticos donde se apliquen principios básicos de ingeniería genética, justificando su impacto en las ciencias biológicas.

Descripción:

- En grupos, se asignarán diferentes casos de estudio reales (insulina recombinante, cultivos transgénicos, terapia génica con CRISPR, etc.).
- Los grupos investigarán el caso, identificarán los principios de ingeniería genética aplicados y evaluarán su impacto científico, social y ético.
- Prepararán una presentación y fomentarán una discusión crítica en clase.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Presentación y reporte analítico.

Duración estimada: 3 horas.

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre conceptos básicos y antecedentes históricos de la ingeniería genética.

Cómo se evalúa: Cuestionario de preguntas abiertas y de opción múltiple al inicio de la unidad.

Instrumento sugerido: Test escrito en plataforma digital o papel, con preguntas sobre terminología básica y eventos históricos.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión de conceptos clave, capacidad de síntesis y análisis, y habilidades para comparar técnicas.

Cómo se evalúa:

- Revisión y retroalimentación de la línea del tiempo creada en grupos.
- Corrección y comentarios sobre el resumen escrito de genética molecular y biotecnología.
- Evaluación conjunta del cuadro comparativo de técnicas, con discusión en clase.
- Observación y retroalimentación durante la presentación de casos prácticos.

Instrumento sugerido: Rúbricas específicas para cada producto, con criterios claros de contenido, organización, precisión y análisis crítico.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los conceptos, capacidad de síntesis, comparación y análisis crítico aplicado a la ingeniería genética.

Cómo se evalúa:

- Examen escrito que incluya preguntas de desarrollo sobre conceptos básicos y evolución histórica.
- Ejercicio para elaborar un resumen corto y un cuadro comparativo de técnicas.
- Ensayo analítico sobre un caso práctico, justificando su impacto en las ciencias biológicas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita combinada con rúbrica para el ensayo y ejercicios prácticos.

Unidad 2: Técnicas fundamentales de ingeniería genética

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los principios y procedimientos de la clonación molecular, la PCR y la secuenciación, identificando sus aplicaciones básicas en la manipulación genética.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar y diferenciar los tipos de vectores utilizados en ingeniería genética, evaluando sus características y funciones en la transferencia y expresión de genes.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar protocolos básicos de PCR y clonación molecular en ejercicios prácticos o simulaciones de laboratorio, siguiendo criterios de precisión y control experimental.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar resultados generados por técnicas fundamentales como la PCR y la secuenciación para extraer conclusiones sobre la manipulación genética realizada.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar de manera clara y estructurada los fundamentos y aplicaciones de las técnicas básicas de ingeniería genética, utilizando terminología científica adecuada.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a las técnicas fundamentales de ingeniería genética

- Concepto y relevancia de la ingeniería genética en ciencias biológicas.
- Visión general de las técnicas clave: clonación molecular, PCR, secuenciación y vectores.

2. Clonación molecular

- Principios básicos de la clonación molecular: definición y objetivos.
- Etapas del proceso de clonación molecular:
 - Obtención y preparación del ADN de interés.
 - Selección y preparación del vector clonador.

- Digestión con enzimas de restricción.
- Ligación del fragmento de ADN al vector.
- Transformación en células hospedadoras (bacterias, levaduras).
- Selección y análisis de clones recombinantes.
- Aplicaciones básicas de la clonación molecular en ingeniería genética.

3. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

- Principios y fundamentos de la PCR:
 - Componentes esenciales: ADN molde, cebadores, ADN polimerasa, nucleótidos.
 - Ciclos térmicos: desnaturalización, alineamiento (annealing), extensión.
- Variantes y tipos de PCR (PCR en tiempo real, PCR anidada, PCR multiplex).
- Aplicaciones prácticas de la PCR en manipulación genética y diagnóstico molecular.

4. Técnicas de secuenciación de ADN

- Principios básicos de la secuenciación:
 - Secuenciación Sanger: fundamentos y procedimiento.
 - Secuenciación de próxima generación (NGS): conceptos generales.
- Interpretación de resultados de secuenciación y su utilidad en ingeniería genética.

5. Vectores en ingeniería genética

- Definición y funciones de los vectores en manipulación genética.
- Tipos de vectores:
 - Vectores plasmídicos: características y usos.
 - Vectores bacteriófagos.
 - Vectores cosmidos y BACs (cromosomas artificiales bacterianos).
 - Vectores virales: adenovirus, retrovirus, lentivirus.
 - Vectores para expresión en células eucariotas.
- Comparación y evaluación de vectores según sus características y aplicaciones.

6. Aplicación práctica de técnicas básicas

- Protocolo de PCR: preparación, ejecución y control de calidad.
- Protocolo de clonación molecular: pasos detallados y consideraciones experimentales.
- Simulación o práctica de laboratorio para realizar PCR y clonación molecular.

7. Interpretación y análisis de resultados

- Análisis de productos de PCR mediante electroforesis en gel.

- Interpretación de datos de secuenciación para verificar manipulación genética.
- Evaluación crítica de resultados experimentales y resolución de problemas comunes.

8. Comunicación científica en ingeniería genética

- Uso adecuado de la terminología científica relacionada con las técnicas.
- Estructura y redacción de informes técnicos y presentaciones orales sobre técnicas de ingeniería genética.
- Buenas prácticas para la explicación clara y precisa de conceptos y resultados.

Actividades

Actividad 1: Análisis comparativo de vectores utilizados en ingeniería genética

Objetivo: Analizar y diferenciar los tipos de vectores, evaluando sus características y funciones (objetivo 2).

Descripción paso a paso:

- Dividir a los estudiantes en grupos y asignar a cada grupo un tipo de vector (plasmídico, viral, BAC, etc.).
- Solicitar que investiguen las características, ventajas, desventajas y aplicaciones de su vector asignado.
- Cada grupo prepara una presentación breve para exponer sus hallazgos al resto de la clase.
- Realizar una discusión en clase comparando los diferentes vectores y sus usos.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Presentación oral y cuadro comparativo sobre vectores.

Duración estimada: 2 horas (incluye presentación y discusión)

Actividad 2: Simulación práctica de PCR y clonación molecular

Objetivo: Aplicar protocolos básicos de PCR y clonación molecular siguiendo criterios de precisión y control experimental (objetivo 3).

Descripción paso a paso:

- Proporcionar a los estudiantes un protocolo detallado para realizar PCR y clonación molecular en simuladores virtuales o en laboratorio, si es posible.
- Guiar a los estudiantes para preparar las mezclas de reacción, programar los ciclos térmicos y realizar la transformación bacteriana (simulada o real).
- Registrar cada paso y observar resultados intermedios o simulados.
- Discutir errores comunes y recomendaciones para optimizar resultados.

Organización: Parejas o individuales

Producto esperado: Informe con registro del protocolo aplicado, observaciones y análisis de resultados.

Duración estimada: 3 horas

Actividad 3: Interpretación de resultados de PCR y secuenciación

Objetivo: Interpretar resultados generados por PCR y secuenciación para extraer conclusiones (objetivo 4).

Descripción paso a paso:

- Proporcionar a los estudiantes imágenes de geles de electroforesis con productos de PCR y datos de secuenciación (electroferogramas o secuencias).
- Solicitar que analicen y determinen si la manipulación genética fue exitosa, identificando posibles errores o anomalías.
- Redactar un informe corto explicando las conclusiones basadas en la evidencia presentada.

Organización: Individual

Producto esperado: Informe de interpretación de resultados.

Duración estimada: 1.5 horas

Actividad 4: Redacción y presentación de un informe científico sobre una técnica de ingeniería genética

Objetivo: Comunicar de manera clara y estructurada los fundamentos y aplicaciones de las técnicas básicas, usando terminología científica adecuada (objetivo 5).

Descripción paso a paso:

- Asignar a cada estudiante o pareja una técnica: clonación molecular, PCR, secuenciación o vectores.
- Solicitar la redacción de un informe breve que incluya introducción, metodología, aplicaciones y conclusiones.
- Preparar una presentación oral de 5 minutos para exponer su tema ante el grupo.
- Evaluar el uso adecuado de terminología y la claridad en la comunicación.

Organización: Individual o parejas

Producto esperado: Informe escrito y presentación oral.

Duración estimada: 3 horas (incluye preparación y presentación)

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre técnicas básicas de ingeniería genética, comprensión de términos fundamentales.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas cortas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita inicial de 20 minutos con preguntas sobre definición y conceptos básicos de clonación, PCR, secuenciación y vectores.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión y aplicación de técnicas, participación en actividades prácticas y discusiones.

Cómo se evalúa: Revisiones de informes parciales, observación de desempeño en simulaciones y participación en debates.

Instrumento sugerido: Rúbricas para evaluación de informes y presentaciones, listas de cotejo para participación y desempeño en actividades prácticas.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los contenidos y habilidades, capacidad para interpretar resultados y comunicar conocimientos.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas de desarrollo, análisis de casos prácticos y presentación de informe final.

Instrumento sugerido: Examen escrito de opción múltiple y desarrollo, entrega de informe final escrito y presentación oral evaluada con rúbrica.

Unidad 3: Edición genética moderna: CRISPR y otras tecnologías

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar el mecanismo molecular de la tecnología CRISPR-Cas9, describiendo sus componentes y funcionamiento en la edición genética.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar diferentes técnicas modernas de edición genética, identificando sus ventajas, limitaciones y aplicaciones específicas en ciencias biológicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar un protocolo básico para la aplicación de CRISPR-Cas9 en un experimento de laboratorio, considerando aspectos técnicos y de seguridad.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar casos prácticos de aplicación de tecnologías de edición genética en salud, agricultura o industria, evaluando sus impactos y posibles implicaciones éticas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar de manera clara y argumentada los principios y aplicaciones de la edición genética moderna, mediante presentaciones escritas o orales.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la edición genética moderna

- Contexto histórico y evolución de las técnicas de edición genética: desde las primeras técnicas hasta CRISPR.
- Importancia y aplicaciones generales de la edición genética en ciencias biológicas.

2. Tecnología CRISPR-Cas9: mecanismo molecular y componentes

- Origen y descubrimiento del sistema CRISPR-Cas9.
- Componentes principales: ARN guía (sgRNA), enzima Cas9, secuencia PAM.
- Mecanismo de acción molecular: reconocimiento, corte y reparación del ADN.

- Tipos de reparación del ADN: NHEJ y HDR y su relevancia en la edición genética.
- Ventajas del sistema CRISPR-Cas9 frente a técnicas previas.

3. Otras tecnologías modernas de edición genética

- TALENs (Transcription Activator-Like Effector Nucleases): estructura, modo de acción y aplicaciones.
- ZFNs (Zinc Finger Nucleases): características, mecanismo y ejemplos de uso.
- Base editing y prime editing: principios básicos y potenciales ventajas.
- Comparación entre CRISPR-Cas9, TALENs, ZFNs y nuevas tecnologías.

4. Diseño de protocolos básicos para la aplicación de CRISPR-Cas9 en laboratorio

- Selección del objetivo genético y diseño del ARN guía (sgRNA).
- Consideraciones técnicas para la entrega del sistema CRISPR: métodos físicos, químicos y biológicos.
- Controles experimentales y validación de la edición genética.
- Medidas de seguridad y bioética en la manipulación genética.

5. Aplicaciones prácticas y análisis de casos en ciencias biológicas

- Casos de aplicación en salud: terapia génica, tratamientos de enfermedades genéticas.
- Aplicaciones en agricultura: mejora de cultivos, resistencia a plagas y estrés ambiental.
- Uso en la industria biotecnológica: producción de proteínas, biocombustibles y biosensores.
- Implicaciones éticas, sociales y regulatorias en la edición genética moderna.

6. Comunicación científica sobre edición genética moderna

- Estructura y elementos clave para presentaciones orales y escritas científicas.
- Elaboración de argumentos claros y fundamentados sobre las tecnologías de edición genética.
- Uso de recursos visuales y tecnológicas para apoyar la comunicación.
- Estrategias para responder preguntas y fomentar el debate ético y científico.

Actividades

Actividad 1: Mapeo del mecanismo molecular de CRISPR-Cas9

Objetivo: Explicar el mecanismo molecular de la tecnología CRISPR-Cas9, describiendo sus componentes y funcionamiento.

Descripción:

- Se entregan diagramas y textos científicos relacionados con CRISPR-Cas9.
- Cada estudiante, de forma individual, completa un esquema detallado del mecanismo molecular, identificando componentes y fases.
- Posteriormente, en parejas, comparan y discuten sus esquemas para consolidar conceptos.

- Finalmente, se realiza una puesta en común en grupo grande para resolver dudas.

Organización: Individual y parejas

Producto esperado: Esquema ilustrado y detallado del mecanismo de CRISPR-Cas9.

Duración estimada: 90 minutos

Actividad 2: Tabla comparativa de técnicas de edición genética

Objetivo: Comparar diferentes técnicas modernas de edición genética, identificando ventajas, limitaciones y aplicaciones.

Descripción:

- En grupos pequeños, se asigna una técnica (CRISPR-Cas9, TALENs, ZFNs, base editing o prime editing) para investigar.
- Cada grupo elabora una síntesis con ventajas, limitaciones y ejemplos de aplicación.
- Luego, los grupos crean una tabla comparativa conjunta que incluya todas las técnicas estudiadas.
- Presentan sus conclusiones al resto de la clase.

Organización: Grupos de 4-5 estudiantes

Producto esperado: Tabla comparativa y presentación oral.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 3: Diseño de protocolo experimental con CRISPR-Cas9

Objetivo: Diseñar un protocolo básico para la aplicación de CRISPR-Cas9 en un experimento de laboratorio considerando aspectos técnicos y de seguridad.

Descripción:

- Individualmente, los estudiantes seleccionan un gen o característica para editar en un organismo modelo.
- Desarrollan un protocolo que incluya diseño del sgRNA, método de entrega, controles y medidas de bioseguridad.
- Se realiza una revisión cruzada por pares para mejorar el protocolo.
- Finalmente, se entrega el protocolo corregido para retroalimentación docente.

Organización: Individual con revisión por pares

Producto esperado: Protocolo escrito de aplicación experimental de CRISPR-Cas9.

Duración estimada: 3 horas (incluye revisión)

Actividad 4: Análisis crítico de casos prácticos y debate ético

Objetivo: Analizar casos prácticos de aplicación de tecnologías de edición genética en salud, agricultura o industria, evaluando impactos e implicaciones éticas.

Descripción:

- Se distribuyen casos reales o hipotéticos relacionados con aplicaciones de edición genética en diferentes sectores.

- En grupos, los estudiantes analizan los beneficios, riesgos, impactos sociales y éticos de cada caso.
- Preparan una breve presentación argumentada y moderan un debate con preguntas del resto de la clase.

Organización: Grupos de 4 estudiantes

Producto esperado: Presentación y participación en debate.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 5: Presentación científica sobre edición genética moderna

Objetivo: Comunicar de manera clara y argumentada los principios y aplicaciones de la edición genética moderna mediante presentaciones orales o escritas.

Descripción:

- Cada estudiante prepara una presentación escrita o en formato diapositivas sobre un tema específico relacionado con la edición genética moderna.
- Incluyen fundamentos científicos, aplicaciones y consideraciones éticas.
- Se presentan ante el grupo y reciben retroalimentación para mejorar comunicación y argumentación.

Organización: Individual

Producto esperado: Presentación oral o informe escrito.

Duración estimada: 2 horas

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre técnicas de edición genética y comprensión básica de conceptos relacionados.

Cómo se evalúa: Cuestionario breve con preguntas de opción múltiple y de respuesta corta sobre mecanismos y aplicaciones.

Instrumento sugerido: Test en línea o en papel al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión del mecanismo CRISPR-Cas9, comparación de técnicas, diseño experimental, análisis crítico y habilidades comunicativas.

Cómo se evalúa: Revisión de actividades prácticas (mapas conceptuales, tablas comparativas, protocolos, análisis de casos, presentaciones).

Instrumento sugerido: Rúbricas detalladas para cada actividad, retroalimentación continua y autoevaluación entre pares.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los objetivos de la unidad, incluyendo explicación, comparación, diseño, análisis crítico y comunicación.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas de desarrollo, análisis de caso práctico y defensa oral o presentación escrita final.

Instrumento sugerido: Examen parcial o final, y presentación individual evaluada con rúbrica que incluya claridad, argumentación y uso correcto de conceptos.

Unidad 4: Organismos Genéticamente Modificados (OGM)

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los procesos y técnicas involucradas en la producción de organismos genéticamente modificados aplicados a la agricultura, ganadería y medio ambiente, utilizando terminología científica adecuada.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las características y beneficios específicos de diferentes OGM en contextos agrícolas, ganaderos y ambientales mediante la comparación crítica de casos de estudio.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar los impactos ecológicos y socioeconómicos de los OGM en los sistemas biológicos y comunidades humanas, fundamentando su análisis en evidencias científicas actuales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar criterios éticos, legales y sociales para argumentar de manera fundamentada en debates o presentaciones sobre el uso responsable de los OGM en diversas áreas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar propuestas comunicativas claras y estructuradas para presentar los usos y consideraciones de los OGM a audiencias especializadas y no especializadas.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los Organismos Genéticamente Modificados (OGM)

- Definición de OGM y conceptos básicos en ingeniería genética.
- Historia y evolución de la ingeniería genética aplicada a organismos.
- Contextualización de los OGM en la agricultura, ganadería y medio ambiente.

2. Técnicas y procesos para la producción de OGM

- Herramientas y métodos de modificación genética: CRISPR-Cas9, TALENs, transgénesis tradicional.
- Procedimientos para la inserción de genes y selección de organismos modificados.
- Aspectos técnicos: vectores, promotores, marcadores de selección.
- Control de calidad y verificación molecular de OGM.

3. Características y aplicaciones de OGM en agricultura

- Resistencia a plagas y enfermedades: ejemplos y mecanismos.

- Tolerancia a condiciones ambientales adversas (sequía, salinidad).
- Mejora en calidad nutricional y producción.
- Casos de estudio: maíz Bt, arroz dorado, soja resistente a herbicidas.

4. OGM en ganadería

- Modificación genética en animales para mejorar productividad y resistencia.
- Aplicaciones en salud animal y reducción del impacto ambiental.
- Ejemplos: cerdos resistentes a enfermedades, salmón transgénico.

5. Aplicaciones ambientales de los OGM

- Biodegradación y biorremediación usando microorganismos modificados.
- Control biológico de plagas mediante organismos modificados.
- Propuestas para restauración ecológica y conservación.

6. Impactos ecológicos, sociales y económicos de los OGM

- Análisis de riesgos ecológicos: transferencia genética, biodiversidad y ecosistemas.
- Impactos socioeconómicos: economía rural, acceso a tecnologías, propiedad intelectual.
- Evaluación crítica basada en evidencia científica actual.

7. Aspectos éticos, legales y sociales relacionados con los OGM

- Dilemas éticos en la modificación genética de seres vivos.
- Regulaciones nacionales e internacionales sobre OGM.
- Debates públicos y percepción social.
- Uso responsable y protocolos de bioseguridad.

8. Comunicación científica sobre OGM

- Estrategias para comunicar información técnica a audiencias especializadas y no especializadas.
- Diseño de presentaciones, informes y materiales divulgativos.
- Construcción de argumentaciones fundamentadas para debates y exposiciones.

Actividades

1. Análisis comparativo de casos de estudio de OGM en agricultura y ganadería

Objetivo: Analizar características y beneficios específicos de diferentes OGM mediante la comparación crítica de casos.

Descripción:

- Dividir a los estudiantes en grupos y asignarles diferentes casos de estudio (ej. maíz Bt, salmón transgénico, arroz dorado).

- Investigar las características, beneficios y posibles riesgos asociados a cada caso.
- Preparar una presentación comparativa resaltando similitudes, diferencias y aplicaciones.
- Discutir en plenaria los hallazgos y promover preguntas críticas.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Presentación grupal con análisis comparativo y conclusiones.

Duración estimada: 2 sesiones de 90 minutos.

2. Debate estructurado sobre los aspectos éticos y sociales de los OGM

Objetivo: Aplicar criterios éticos, legales y sociales para argumentar sobre el uso responsable de los OGM.

Descripción:

- Dividir la clase en dos equipos con posturas a favor y en contra del uso extensivo de OGM.
- Asignar investigación previa sobre regulaciones, bioética y percepciones sociales.
- Realizar un debate formal con tiempos para presentación, réplica y conclusiones.
- Evaluar la calidad de los argumentos y el uso de evidencias científicas.

Organización: Grupos grandes (equipos de debate).

Producto esperado: Participación en debate y entrega de un resumen argumentativo.

Duración estimada: 1 sesión de 90 minutos para debate, más preparación previa.

3. Taller práctico: diseño de una propuesta comunicativa sobre OGM

Objetivo: Diseñar propuestas comunicativas claras para presentar información sobre OGM a distintos públicos.

Descripción:

- Seleccionar un tema relacionado con OGM (ej. beneficios en agricultura, riesgos ambientales).
- Crear materiales comunicativos (infografías, videos breves, folletos) dirigidos a audiencias especializadas y no especializadas.
- Presentar los materiales y recibir retroalimentación del grupo y docente.

Organización: Parejas o grupos pequeños.

Producto esperado: Material comunicativo y presentación oral o escrita.

Duración estimada: 2 sesiones de 90 minutos.

4. Simulación de laboratorio: procesos básicos para la producción de un OGM

Objetivo: Explicar y aplicar técnicas básicas involucradas en la producción de OGM utilizando terminología científica adecuada.

Descripción:

- Demostración guiada de técnicas como extracción de ADN, clonación y transformación genética (simulada o virtual si no hay laboratorio).

- Discusión sobre cada paso técnico y su propósito en la producción de OGM.
- Realización de un informe técnico describiendo los procesos y resultados.

Organización: Individual o en parejas.

Producto esperado: Informe técnico y participación activa en la simulación.

Duración estimada: 1 sesión de 90-120 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre conceptos básicos de OGM y percepción inicial sobre sus usos y riesgos.

Cómo se evalúa: Cuestionario corto con preguntas abiertas y de opción múltiple sobre definiciones, aplicaciones y debates éticos.

Instrumento sugerido: Test en línea o papel de 10-15 preguntas.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión de técnicas, análisis crítico de casos, argumentación ética y habilidades comunicativas.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades prácticas, participación en debates, entregas parciales de trabajos y retroalimentación directa.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentaciones, debates y trabajos escritos; observación directa.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Integración y aplicación de conocimientos para explicar procesos, analizar casos, evaluar impactos y comunicar con fundamentos científicos y éticos.

Cómo se evalúa: Examen escrito teórico-práctico y entrega de un proyecto final que incluya un análisis crítico y una propuesta comunicativa sobre un OGM específico.

Instrumento sugerido: Examen estructurado y rúbrica detallada para proyecto final.

Unidad 5: Ingeniería genética en la medicina

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los principios y mecanismos de la terapia génica, identificando sus tipos y aplicaciones clínicas emergentes.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar técnicas de diagnóstico molecular utilizadas en medicina, evaluando su precisión y aplicabilidad en diferentes enfermedades genéticas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir el proceso de desarrollo de fármacos basados en ingeniería genética, relacionando su impacto en tratamientos personalizados.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar críticamente casos clínicos que emplean herramientas de ingeniería genética, considerando aspectos éticos, legales y sociales asociados.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar de manera clara y argumentada los avances y desafíos de la ingeniería genética en la medicina mediante presentaciones escritas y orales.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Ingeniería Genética en la Medicina

- Definición y alcance de la ingeniería genética en el contexto médico.
- Historia y avances relevantes en la aplicación médica de la ingeniería genética.
- Impacto actual y potencial futuro en la salud humana.

2. Terapia Génica: Principios y Mecanismos

- Concepto de terapia génica y fundamentos biológicos.
- Mecanismos de acción: transferencia génica, edición genética y regulación génica.
- Tipos de terapia génica:
 - Terapia génica somática.
 - Terapia génica germinal.
 - Terapia génica ex vivo e in vivo.
- Vectores para terapia génica:
 - Vectores virales (adenovirus, lentivirus, retrovirus).
 - Vectores no virales (liposomas, nanopartículas).
- Aplicaciones clínicas emergentes:
 - Tratamiento de enfermedades monogénicas (ejemplo: fibrosis quística, hemofilia).
 - Cáncer y terapia génica.
 - Enfermedades neurodegenerativas y otras aplicaciones innovadoras.
- Limitaciones y riesgos asociados a la terapia génica.

3. Técnicas de Diagnóstico Molecular en Medicina

- Principios de diagnóstico molecular y su importancia clínica.
- Técnicas fundamentales:
 - PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) y variantes (qPCR, RT-PCR).
 - Secuenciación genómica (Sanger y NGS).
 - Hibridación in situ fluorescente (FISH).
 - Microarrays y técnicas de genotipificación.

- Evaluación de precisión, sensibilidad y especificidad de las técnicas.
- Aplicabilidad en diferentes enfermedades genéticas y diagnósticos prenatales.
- Casos de estudio: diagnóstico de enfermedades hereditarias y cáncer.

4. Desarrollo de Fármacos Basados en Ingeniería Genética

- Proceso de desarrollo de fármacos biotecnológicos:
 - Identificación de dianas moleculares.
 - Ingeniería de proteínas y anticuerpos monoclonales.
 - Producción y purificación de fármacos biológicos.
- Fármacos de terapia personalizada y medicina de precisión.
- Ejemplos de fármacos basados en ingeniería genética:
 - Insulina recombinante.
 - Interferones y factores de crecimiento.
 - Anticuerpos monoclonales terapéuticos.
- Impacto clínico y desafíos en la implementación de estas terapias.

5. Aspectos Éticos, Legales y Sociales (ELES) en la Ingeniería Genética Médica

- Consideraciones éticas en terapia génica y diagnóstico molecular.
- Legislación y normativas internacionales y nacionales.
- Impacto social y aceptación pública.
- Privacidad genética y consentimiento informado.
- Debates contemporáneos: edición genética germinal, "designer babies" y equidad en acceso a terapias.

6. Comunicación Científica en Ingeniería Genética Médica

- Estrategias para redactar informes y artículos científicos sobre avances en ingeniería genética.
- Elaboración de presentaciones orales efectivas para audiencias académicas y no especializadas.
- Análisis crítico y argumentación en debates sobre aplicaciones médicas de la ingeniería genética.
- Uso de recursos visuales y digitales para comunicar resultados y conceptos complejos.

Actividades

Actividad 1: Análisis y Discusión de Casos Clínicos en Terapia Génica

Objetivo: Evaluar críticamente casos clínicos que emplean herramientas de ingeniería genética, considerando aspectos éticos, legales y sociales asociados.

Descripción:

- Se presentan varios casos clínicos reales o simulados donde se aplica terapia génica.

- Los estudiantes, organizados en grupos, analizan el caso asignado identificando el tipo de terapia génica, beneficios, riesgos y aspectos ELES.
- Discusión grupal para comparar análisis y argumentar sobre la viabilidad ética y social de cada caso.
- Presentación de conclusiones por cada grupo.

Organización: Grupos de 4-5 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito y presentación oral del análisis del caso.

Duración estimada: 2 sesiones de 90 minutos.

Actividad 2: Taller Práctico de Técnicas de Diagnóstico Molecular

Objetivo: Analizar técnicas de diagnóstico molecular utilizadas en medicina, evaluando su precisión y aplicabilidad.

Descripción:

- Demostración práctica o virtual de una técnica molecular (por ejemplo, PCR o secuenciación básica).
- Los estudiantes realizan interpretación de resultados experimentales o simulados.
- Discusión sobre sensibilidad, especificidad y limitaciones de la técnica observada.
- Comparación con otras técnicas estudiadas en la unidad.

Organización: Individual o en parejas.

Producto esperado: Reporte técnico con análisis de resultados y evaluación crítica.

Duración estimada: 3 horas (una sesión completa).

Actividad 3: Desarrollo y Presentación de un Proyecto de Fármaco Biotecnológico

Objetivo: Describir el proceso de desarrollo de fármacos basados en ingeniería genética y relacionar su impacto en tratamientos personalizados.

Descripción:

- Los estudiantes, en grupos, seleccionan una enfermedad y diseñan un proyecto hipotético para desarrollar un fármaco biotecnológico.
- Incluyen etapas de identificación de diana, tipo de fármaco (proteína, anticuerpo, etc.), proceso de producción y aplicación clínica.
- Preparan una presentación escrita y oral detallando el proyecto y su relevancia clínica.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Documento de proyecto y presentación oral.

Duración estimada: 2 semanas (trabajo autónomo y presentación en clase).

Actividad 4: Debate y Elaboración de Ensayo sobre Aspectos Éticos y Sociales

Objetivo: Evaluar críticamente los aspectos éticos, legales y sociales relacionados con la ingeniería genética en medicina.

Descripción:

- Se organiza un debate estructurado sobre un tema polémico (por ejemplo, edición genética germinal).
- Los estudiantes investigan y preparan argumentos a favor y en contra.
- Posterior al debate, cada estudiante escribe un ensayo argumentativo personal sobre el tema.

Organización: Individual y grupos para debate.

Producto esperado: Participación en debate y ensayo escrito.

Duración estimada: 1 semana (preparación, debate y entrega de ensayo).

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimiento previo sobre ingeniería genética y aplicaciones en medicina.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas cortas al inicio de la unidad.

Instrumento sugerido: Test en plataforma digital o papel con feedback inmediato para orientar el aprendizaje.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Comprensión y aplicación de conceptos durante las actividades prácticas y discusiones.

Cómo se evalúa: Observación directa, retroalimentación en talleres, revisión de informes técnicos y participación en debates.

Instrumento sugerido: Rúbricas para trabajo en grupo, listas de cotejo para participación y formatos de retroalimentación escrita.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Logro de los objetivos de la unidad, incluyendo explicación de terapia génica, análisis de técnicas diagnósticas, descripción del desarrollo de fármacos, evaluación crítica de casos clínicos y comunicación científica.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas teóricas y de análisis, presentación oral del proyecto de fármaco, y ensayo argumentativo sobre aspectos éticos.

Instrumento sugerido: Examen de ensayo y preguntas de desarrollo, rúbrica para presentación oral y rúbrica para ensayo escrito.

Unidad 6: Aplicaciones industriales y ambientales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los principios y técnicas de ingeniería genética aplicadas en bioprocesos industriales, describiendo sus ventajas y limitaciones.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar y evaluar diferentes métodos de producción de biocombustibles mediante ingeniería genética, comparando su eficiencia y sostenibilidad.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y describir los mecanismos de biorremediación genética, evaluando casos prácticos de aplicación ambiental.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar propuestas básicas para la aplicación de técnicas genéticas en procesos industriales o ambientales, justificando su viabilidad técnica y ética.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Ingeniería Genética en Aplicaciones Industriales y Ambientales

- Definición y alcance de la ingeniería genética en bioprocesos.
- Importancia de la biotecnología en la industria y el medio ambiente.
- Visión general de las aplicaciones industriales y ambientales.

2. Principios y Técnicas de Ingeniería Genética Aplicadas en Bioprocesos Industriales

- Principios básicos de manipulación genética: clonación, expresión génica y edición genética.
- Técnicas comunes: CRISPR-Cas9, mutagénesis dirigida, transformación génica.
- Microorganismos y células usadas en bioprocesos: bacterias, levaduras, algas y células animales.
- Ventajas de la ingeniería genética en bioprocesos: aumento de eficiencia, especificidad, reducción de costos.
- Limitaciones y desafíos técnicos: estabilidad genética, control de expresión, bioseguridad.

3. Producción de Biocombustibles mediante Ingeniería Genética

- Tipos de biocombustibles: bioetanol, biodiésel, biogás y biobutanol.
- Metodologías genéticas para optimizar producción: modificación de rutas metabólicas, ingeniería de cepas microbianas.
- Comparación de métodos tradicionales vs. ingeniería genética en producción de biocombustibles.
- Análisis de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental.
- Estudios de caso: organismos modificados para producción de biocombustibles y su impacto.

4. Biorremediación Genética y Aplicaciones Ambientales

- Concepto y principios de biorremediación genética.
- Mecanismos genéticos implicados en la degradación de contaminantes.
- Microorganismos y plantas genéticamente modificados para biorremediación.
- Evaluación de casos prácticos: remediación de suelos, aguas y atmósfera contaminados.
- Ventajas y limitaciones de la biorremediación genética.

5. Diseño de Propuestas para Aplicaciones Industriales y Ambientales con Ingeniería Genética

- Metodología para el diseño de proyectos biotecnológicos.
- Consideraciones técnicas para viabilidad: selección de organismos, técnicas genéticas, escalabilidad.
- Aspectos éticos y de bioseguridad en la ingeniería genética aplicada.

- Evaluación de impacto ambiental y social.
- Presentación y justificación de propuestas básicas para aplicaciones industriales o ambientales.

Actividades

Actividad 1: Análisis de Técnicas Genéticas en Bioprocesos Industriales

Objetivo: Explicar los principios y técnicas de ingeniería genética aplicadas en bioprocesos industriales, describiendo sus ventajas y limitaciones.

Descripción:

- Dividir a los estudiantes en grupos pequeños.
- Asignar a cada grupo una técnica de ingeniería genética (ej. CRISPR-Cas9, mutagénesis dirigida, transformación génica).
- Investigar el principio de la técnica, su aplicación en bioprocesos industriales, ventajas y limitaciones.
- Preparar una presentación corta para compartir con el resto de la clase.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Presentación grupal con resumen y análisis crítico.

Duración estimada: 2 horas (incluye investigación y presentación).

Actividad 2: Comparación de Métodos para Producción de Biocombustibles

Objetivo: Analizar y evaluar diferentes métodos de producción de biocombustibles mediante ingeniería genética, comparando eficiencia y sostenibilidad.

Descripción:

- Asignar a cada estudiante un artículo o estudio de caso sobre un método específico de producción de biocombustibles (tradicional o con ingeniería genética).
- Realizar un resumen crítico que incluya eficiencia, costos, impacto ambiental y sostenibilidad.
- Elaborar una tabla comparativa que destaque diferencias y ventajas entre los métodos.
- Compartir y discutir los hallazgos en clase para construir un análisis colectivo.

Organización: Individual y discusión grupal.

Producto esperado: Resumen crítico y tabla comparativa.

Duración estimada: 3 horas (incluye lectura, análisis, elaboración y discusión).

Actividad 3: Evaluación de Casos Prácticos de Biorremediación Genética

Objetivo: Identificar y describir mecanismos de biorremediación genética, evaluando casos prácticos de aplicación ambiental.

Descripción:

- Presentar a los estudiantes varios casos reales de biorremediación con organismos modificados genéticamente.

- En grupos, analizar el mecanismo genético involucrado, tipo de contaminante, resultados logrados y limitaciones.
- Elaborar un informe breve con recomendaciones para mejorar la aplicación o considerar riesgos.
- Exponer las conclusiones en clase para debate.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe grupal y exposición oral.

Duración estimada: 2.5 horas.

Actividad 4: Diseño de Propuesta para Aplicación Genética en Industria o Medio Ambiente

Objetivo: Diseñar propuestas básicas para la aplicación de técnicas genéticas en procesos industriales o ambientales, justificando su viabilidad técnica y ética.

Descripción:

- Cada estudiante o pareja selecciona un problema industrial o ambiental real.
- Desarrollan una propuesta que incluya: objetivo, técnica genética a utilizar, organismo o célula modificada, proceso general, beneficios esperados, limitaciones, consideraciones éticas y de bioseguridad.
- Preparan un documento escrito y una presentación para defender su propuesta ante el grupo.
- Reciben retroalimentación de compañeros y docente para mejora.

Organización: Individual o en parejas.

Producto esperado: Documento de propuesta y presentación oral.

Duración estimada: 4 horas (incluye diseño, redacción y presentación).

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre conceptos básicos de ingeniería genética y su aplicación en bioprocesos, biocombustibles y biorremediación.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas breves al inicio de la unidad.

Instrumento sugerido: Prueba escrita diagnóstica en formato digital o papel.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión y aplicación práctica de técnicas genéticas y análisis crítico de casos.

Cómo se evalúa: Observación y retroalimentación durante actividades grupales, revisión de productos parciales (resúmenes, tablas, informes, propuestas), participación en discusiones.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentaciones, informes y propuestas; lista de cotejo para participación activa.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Integración de conocimientos y habilidades para explicar principios, analizar métodos, identificar mecanismos y diseñar propuestas con justificación técnica y ética.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas de desarrollo, análisis de casos y diseño de propuestas; evaluación final de presentación oral y documento de propuesta.

Instrumento sugerido: Examen escrito y rúbrica de evaluación para la presentación y documento final.

Unidad 7: Aspectos éticos, legales y sociales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y explicar los principales dilemas éticos relacionados con las tecnologías genéticas, utilizando casos de estudio actuales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las regulaciones legales nacionales e internacionales que rigen la ingeniería genética, comparando sus alcances y limitaciones.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar las percepciones y aceptación social de las aplicaciones genéticas en diferentes contextos culturales, argumentando su impacto en la implementación tecnológica.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de debatir de manera fundamentada las implicaciones éticas y sociales de la ingeniería genética, empleando habilidades comunicativas claras y estructuradas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de proponer estrategias que integren consideraciones éticas, legales y sociales para el desarrollo responsable de proyectos en ingeniería genética.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los aspectos éticos, legales y sociales en ingeniería genética

- Definición y relevancia de los aspectos éticos, legales y sociales (ELS) en la ingeniería genética.
- Breve historia y evolución del debate ético y legal en biotecnología.
- Importancia del análisis interdisciplinario para el desarrollo responsable de tecnologías genéticas.

2. Dilemas éticos en las tecnologías genéticas

- Concepto de dilema ético y principios éticos aplicados (autonomía, beneficencia, no maleficencia, justicia).
- Casos de estudio actuales:
 - Edición genética en humanos (CRISPR y sus controversias).
 - Organismos genéticamente modificados (OGM) en agricultura y alimentación.
 - Clonación y mejoras genéticas.
- Conflictos entre avances tecnológicos y valores éticos tradicionales.
- Responsabilidad social y científica en la investigación genética.

3. Marco legal nacional e internacional sobre ingeniería genética

- Principales normativas y tratados internacionales relevantes:
 - Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).
 - Protocolos de Cartagena y Nagoya.
 - Regulaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO.
- Legislación nacional: ejemplos y análisis de regulaciones en distintos países.
- Alcances y limitaciones de las regulaciones legales.
- Mecanismos de control y supervisión en la aplicación de tecnologías genéticas.

4. Percepciones y aceptación social de las aplicaciones genéticas

- Factores culturales, sociales y económicos que influyen en la aceptación pública.
- Estudios de opinión y análisis de casos en diferentes regiones y culturas.
- Impacto de la comunicación científica y los medios en la percepción social.
- Confianza pública, riesgos percibidos y beneficios esperados.

5. Debate fundamentado sobre las implicaciones éticas y sociales de la ingeniería genética

- Estructura y técnicas para el debate académico y científico.
- Argumentación basada en evidencia científica y análisis ético.
- Prácticas de respeto y escucha activa en discusiones complejas.

6. Propuestas para el desarrollo responsable de proyectos en ingeniería genética

- Estrategias para integrar aspectos éticos, legales y sociales en proyectos de ingeniería genética.
- Diseño de políticas institucionales y comunitarias inclusivas.
- Modelos de gobernanza y participación ciudadana.
- Promoción de la educación y formación continua en ELS para científicos y tomadores de decisiones.

Actividades

1. Análisis de casos éticos en ingeniería genética

Objetivo: Identificar y explicar los principales dilemas éticos relacionados con las tecnologías genéticas.

Descripción:

- Se presentan a los estudiantes tres casos actuales sobre edición genética humana, OGM en agricultura y clonación.
- En grupos de 3-4 estudiantes, analizan cada caso identificando los dilemas éticos involucrados y los principios en conflicto.
- Elaboran un informe breve que resuma su análisis y posibles soluciones éticas.
- Presentan sus conclusiones en una sesión plenaria para discusión conjunta.

Organización: Grupos pequeños

Producto esperado: Informe de análisis ético y presentación oral.

Duración estimada: 3 horas (2 para análisis y 1 para presentación y discusión).

2. Comparación de regulaciones legales nacionales e internacionales

Objetivo: Analizar las regulaciones legales nacionales e internacionales que rigen la ingeniería genética.

Descripción:

- Los estudiantes investigan normativas legales de dos países distintos y un tratado internacional relevante.
- Preparan una tabla comparativa que incluya aspectos como alcance, limitaciones, agencias regulatorias y sanciones.
- Discuten en grupo los puntos fuertes y débiles de cada marco regulatorio.

Organización: Parejas o tríos

Producto esperado: Tabla comparativa y resumen analítico.

Duración estimada: 2 horas

3. Encuesta y análisis de percepciones sociales sobre aplicaciones genéticas

Objetivo: Evaluar las percepciones y aceptación social de las aplicaciones genéticas en diferentes contextos culturales.

Descripción:

- Diseñan una encuesta breve para recoger opiniones sobre un tema de ingeniería genética (por ejemplo, OGM o edición genética humana).
- Aplican la encuesta a al menos 10 personas de distintos perfiles culturales o sociales.
- Analizan los resultados y elaboran un informe que discuta las posibles causas de la aceptación o rechazo.

Organización: Individual o en parejas

Producto esperado: Informe de análisis de percepciones sociales.

Duración estimada: 3 horas (incluyendo diseño, aplicación y análisis).

4. Debate estructurado sobre un tema controvertido en ingeniería genética

Objetivo: Debatir de manera fundamentada las implicaciones éticas y sociales de la ingeniería genética.

Descripción:

- Se divide a la clase en dos equipos que defenderán posiciones opuestas sobre un tema polémico (por ejemplo, uso de CRISPR en humanos).
- Preparan argumentos basados en evidencia científica, aspectos legales y consideraciones éticas y sociales.
- Realizan el debate siguiendo reglas claras de respeto y argumentación.
- Posteriormente, reflexionan sobre los argumentos y elaboran una conclusión escrita en forma individual.

Organización: Grupos grandes (dos equipos)

Producto esperado: Debate en clase y conclusión escrita.

Duración estimada: 3 horas

5. Propuesta de estrategia para el desarrollo responsable de un proyecto genético

Objetivo: Proponer estrategias que integren consideraciones éticas, legales y sociales para proyectos en ingeniería genética.

Descripción:

- En grupos, seleccionan un proyecto hipotético o real de ingeniería genética.
- Elaboran una propuesta que incluya un plan para integrar aspectos éticos, legales y sociales en todas las etapas del proyecto.
- Presentan la propuesta mediante un documento escrito y una exposición breve.

Organización: Grupos pequeños

Producto esperado: Documento de propuesta y presentación oral.

Duración estimada: 4 horas

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre ética, leyes y aceptación social en ingeniería genética.

Cómo se evalúa: Cuestionario breve con preguntas abiertas y de opción múltiple sobre conceptos básicos y percepciones personales.

Instrumento sugerido: Cuestionario en línea o impreso al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Procesos de análisis, argumentación y aplicación de conocimientos durante las actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión de informes, participación en debates y calidad de las tablas comparativas y encuestas.

Instrumento sugerido: Rúbricas específicas para cada tipo de actividad, observación directa y autoevaluación.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Comprensión integral y capacidad para integrar los aspectos éticos, legales y sociales en propuestas fundamentadas.

Cómo se evalúa: Evaluación de la propuesta final escrita y presentación oral, así como una prueba escrita que incluya análisis de dilemas éticos y normativas legales.

Instrumento sugerido: Rúbrica para propuesta y presentación, y examen escrito con preguntas de desarrollo y análisis de casos.

Unidad 8: Casos de estudio y perspectivas futuras

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar casos reales de aplicaciones de ingeniería genética, identificando los métodos utilizados y los resultados obtenidos, para evaluar su impacto en la salud, agricultura e industria.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y contrastar los avances recientes y las tendencias emergentes en ingeniería genética, argumentando sobre sus posibles implicaciones futuras en el campo biológico.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar críticamente los retos éticos, legales y sociales presentados en casos de estudio específicos, proponiendo soluciones fundamentadas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de sintetizar información de diferentes fuentes sobre perspectivas futuras en ingeniería genética, elaborando presentaciones claras y argumentadas para comunicar estos conceptos.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los casos de estudio en ingeniería genética

- Importancia del análisis de casos reales para la comprensión de aplicaciones prácticas.
- Contextualización histórica y científica de los casos seleccionados.

2. Análisis de casos reales de aplicaciones de ingeniería genética

- Salud:
 - Edición genética para tratamiento de enfermedades hereditarias (ej. terapia génica en distrofia muscular).
 - Desarrollo de vacunas mediante ingeniería genética (ej. vacunas contra COVID-19 basadas en ARN mensajero).
- Agricultura:
 - Plantas transgénicas resistentes a plagas y condiciones ambientales adversas (ej. maíz Bt).
 - Biofortificación de cultivos para mejorar valor nutricional (ej. arroz dorado).
- Industria:
 - Producción de enzimas industriales mediante organismos modificados (ej. enzimas para detergentes).
 - Biorremediación usando microorganismos genéticamente modificados.
- Metodologías utilizadas en cada caso:
 - Tecnologías de edición genética (CRISPR-Cas9, TALENs, ZFN).
 - Clonación y expresión génica.
 - Transformación genética y métodos de entrega (electroporación, liposomas, vectores virales).
- Resultados y evaluación de impacto:
 - Beneficios biológicos, económicos y sociales.
 - Limitaciones y desafíos técnicos encontrados.

3. Avances recientes y tendencias emergentes en ingeniería genética

- Nuevas tecnologías y herramientas (edición epigenética, base editing, prime editing).
- Aplicaciones en medicina personalizada y terapia génica avanzada.
- Desarrollo de organismos sintéticos y biología sintética.
- Uso de inteligencia artificial para diseño y predicción en ingeniería genética.
- Perspectivas en agricultura sostenible y producción industrial verde.
- Comparación crítica de tecnologías emergentes, ventajas y limitaciones.

4. Retos éticos, legales y sociales en la ingeniería genética

- Marco ético en la manipulación genética humana y no humana.
- Aspectos legales y regulaciones internacionales y locales.
- Impacto social y aceptación pública de tecnologías genéticas.
- Debates sobre bioseguridad, bioética y derechos de propiedad intelectual.
- Casos polémicos y controversias recientes.
- Estrategias y propuestas para abordar los retos identificados.

5. Síntesis y comunicación de perspectivas futuras en ingeniería genética

- Recopilación y análisis crítico de información científica y tecnológica actualizada.
- Elaboración de presentaciones orales y escritas con argumentos fundamentados.
- Herramientas para comunicar avances y desafíos a públicos especializados y no especializados.
- Propuestas de escenarios futuros y su impacto en ciencias biológicas.

Actividades

1. Análisis crítico de un caso real de aplicación de ingeniería genética

Objetivo: Analizar casos reales de aplicaciones de ingeniería genética, identificando métodos y resultados para evaluar su impacto (objetivo 1).

Descripción:

- El docente asigna diferentes casos reales (ej. terapia génica, cultivo transgénico, enzimas industriales).
- Los estudiantes investigan el caso asignado, enfocándose en métodos, resultados y impacto.
- Preparan un informe escrito que detalle los aspectos técnicos y sociales del caso.
- Presentan un resumen oral de cinco minutos para compartir hallazgos con el grupo.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito y presentación oral.

Duración estimada: 2 semanas (incluye investigación, preparación y presentación).

2. Debate sobre retos éticos, legales y sociales en ingeniería genética

Objetivo: Evaluar críticamente los retos éticos, legales y sociales presentados en casos de estudio, proponiendo soluciones fundamentadas (objetivo 3).

Descripción:

- El docente presenta varios dilemas éticos relacionados con casos de ingeniería genética.
- Los estudiantes se dividen en equipos que defienden diferentes posturas (a favor, en contra, perspectivas intermedias).
- Realizan un debate estructurado en clase, con argumentos basados en evidencia científica y normativa vigente.
- Posteriormente, elaboran un documento conjunto con propuestas para abordar los retos discutidos.

Organización: Grupos de 4-5 estudiantes.

Producto esperado: Documento con propuestas y participación en debate.

Duración estimada: 3 sesiones de clase (2 horas cada una).

3. Investigación y presentación sobre avances recientes y tendencias emergentes

Objetivo: Comparar y contrastar avances recientes y tendencias emergentes en ingeniería genética, argumentando posibles implicaciones futuras (objetivo 2 y 4).

Descripción:

- Cada estudiante selecciona un avance tecnológico o tendencia emergente para investigar.
- Recopila información actualizada de diferentes fuentes científicas y tecnológicas.
- Prepara una presentación multimedia (diapositivas, video, infografía) que explique la tecnología y sus posibles impactos.
- Presenta su trabajo al grupo y responde preguntas para fomentar la discusión.

Organización: Individual.

Producto esperado: Presentación multimedia y participación en discusión.

Duración estimada: 1 semana.

4. Elaboración de un informe integral sobre perspectivas futuras en ingeniería genética

Objetivo: Sintetizar información de diferentes fuentes sobre perspectivas futuras, elaborando presentaciones claras y argumentadas (objetivo 4).

Descripción:

- En equipos, los estudiantes recopilan información de libros, artículos científicos, reportes tecnológicos y normativos.
- Analizan y sintetizan la información para identificar tendencias y posibles escenarios futuros.
- Elaboran un informe escrito que contenga análisis crítico, propuestas y conclusiones.
- Preparan una presentación oral para comunicar las perspectivas a la clase.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito y presentación oral.

Duración estimada: 2 semanas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre aplicaciones, avances y retos en ingeniería genética.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas breves.

Instrumento sugerido: Test en línea o en papel con preguntas sobre conceptos básicos y casos conocidos.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en análisis de casos, capacidad de argumentación en debates, calidad de presentaciones y síntesis documental.

Cómo se evalúa: Retroalimentación continua durante actividades, revisión de borradores, observación en debates y presentaciones.

Instrumento sugerido: Rúbricas detalladas para informes, presentaciones y participación en debates.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Competencia para analizar casos reales, comparar avances, evaluar retos éticos y comunicar perspectivas futuras.

Cómo se evalúa: Calificación de productos finales: informe integral, presentaciones orales y documentos de propuestas éticas.

Instrumento sugerido: Rúbricas integrales que contemplen claridad, profundidad, argumentación, uso de fuentes y habilidades comunicativas.