MATERIAL DIDÁCTICO
-BIOTECNOLOGÍA-

PROGRAMA "RIBERA CIENCIA: DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN SIN BARRERAS"

consorcio EDER

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

Material didáctico sobre digitalización, con actividades para desarrollar con población joven de 12 a 16 años.

Este material se enmarca en el programa "Ribera Ciencia: Divulgación científica y de la innovación sin barreras" elaborado por Consorcio EDER en colaboración con la Dirección General de Ciencia, Tecnología e Innovación de Gobierno de Navarra, a través de las ayudas "Cosmos 23".

EDITA: Consorcio EDER

CONTENIDOS: Emylearning

MAQUETACIÓN E ILUSTRACIÓN: KER Estudio Creativo

ÍNDICE

1. Introducción 2
2. Objetivos generales 3
3. Metodología 4
4. Guía para el docente 5
   - 4.1. Actividad 1. Extracción de ADN 5
     - 4.1.1. Introducción 5
     - 4.1.2. Definiciones 5
     - 4.1.3. Objetivos específicos 5
     - 4.1.4. Metodología de la actividad 6
     - 4.1.5. Material necesario 6
     - 4.1.6. Desarrollo de la actividad 7
   - 4.2. Actividad 2. Mutación genética 9
     - 4.2.1. Introducción 9
     - 4.2.2. Definiciones 9
     - 4.2.3. Objetivos específicos 10
     - 4.2.4. Metodología de la actividad 10
     - 4.2.5. Material necesario 10
     - 4.2.6. Desarrollo de la actividad 11
5. Anexos

1. INTRODUCCIÓN

La biotecnología es una disciplina que usa sistemas biológicos, organismos vivos y sus derivados, en el desarrollo de avances tecnológicos, así como la adaptación de esas tecnologías a diversos campos de aplicación en diferentes industrias, desde la agricultura a la medicina.

La biotecnología está contribuyendo de manera significativa a resolver problemas globales del siglo XXI como la escasez de alimentos, el calentamiento global y la mejora de la salud.

No podemos olvidar que estos retos llevan a la humanidad a debatir sobre aspectos morales y éticos que influyen directamente en el desarrollo de estas disciplinas.

Entre los diferentes desafíos actuales nos encontramos:

- **Edición de genes**: Ha cobrado gran interés y se aplica no solo en medicina, sino también en la agricultura y ganadería para crear cultivos y animales más resistentes.
- **Sostenibilidad**: La biotecnología está cada vez más orientada hacia soluciones sostenibles, como el desarrollo de fuentes de energía limpia, alternativas a plásticos, y métodos agrícolas que disminuyen el uso de químicos.
- **Bioética**: Los avances en biotecnología han abierto debates éticos sobre la modificación genética, el uso de células madre y la edición de embriones humanos. La bioética es fundamental para garantizar que los desarrollos biotecnológicos respeten la vida humana y la naturaleza.

Tipos de biotecnología en función de sus aplicaciones:

1. Biotecnología **roja**: Se refiere al uso de bio-organismos en la medicina.
2. Biotecnología **verde**: Aplicada a procesos agrícolas.
3. Biotecnología **blanca**: Es la biotecnología aplicada a procesos industriales.
4. Biotecnología **gris**: Para la búsqueda de soluciones a problemas medioambientales.
5. Biotecnología **azul**: Para procesos relacionados con el mar.

2. OBJETIVOS GENERALES

- Acercar la biotecnología al alumnado.
- Permitir al alumnado comprender cómo la biotecnología contribuye a mejorar la vida humana, promover la sostenibilidad y optimizar los recursos naturales.
- Fomentar el pensamiento crítico e inculcar la importancia de utilizar la biotecnología de manera ética, responsable y segura.
- Inspirar al alumnado a crear ideas innovadoras para resolver problemas actuales.

3. METODOLOGÍA GENERAL

Todas las actividades propuestas están basadas en el modelo COCOCO (Conectar, Construir, Compartir).

Una primera propuesta permite al docente conectar con el alumnado para captar su atención y despertar su curiosidad.

Seguido, una actividad para construir en base a la propuesta anterior con la que han conectado. Algunas se construirán de manera individual y otras de manera grupal. Unas están basadas en el juego, otras en fichas.

Por último comparten la actividad construida para debatir y desarrollar habilidades blandas como la reflexión, empatía, respeto de ideas, resolución de problemas, creatividad…

Todas las actividades son accesibles independientemente de la cantidad de recursos disponibles y los conocimientos del profesorado. Utilizarán materiales sencillos y económicos.

4. GUÍA PARA EL DOCENTE.

4.1. ACTIVIDAD 1. EXTRACCIÓN DE ADN

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de la biotecnología buscan equilibrar el desarrollo humano con la sostenibilidad ambiental, mejorando la salud, garantizando la seguridad alimentaria y reduciendo el impacto ecológico en el planeta. Estos objetivos son claves para enfrentar problemas actuales y futuros en salud, medio ambiente, producción industrial y seguridad alimentaria.

La manipulación genética en cultivos y plantas (biotecnología verde) dan pie a resolver algunos retos medioambientales y de alimentación del siglo XXI, pero a su vez, abre debates éticos y morales que deben ser cuestionados para conservar la seguridad de los seres vivos y del propio planeta.

DEFINICIONES

- **Biotecnología**: Es una amplia rama interdisciplinaria de las ciencias biológicas que consiste en toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.
- **Biotecnología verde** (agricultura): Se utiliza en la mejora de cultivos y plantas mediante técnicas como la ingeniería genética. Esto incluye crear cultivos transgénicos resistentes a plagas, mejorar el rendimiento de las cosechas o desarrollar nuevas fuentes de alimento.
- **ADN**: El ácido desoxirribonucleico, conocido por las siglas ADN, es un ácido nucleico que contiene las instrucciones genéticas fundamentales para el desarrollo, funcionamiento y reproducción de todos los seres vivos y algunos virus (los virus ADN). Desde el punto de vista químico, el ADN es un polímero de nucleótidos, es decir, un polinucleótido. En los seres vivos, el ADN se presenta como una doble cadena de nucleótidos, en la que las dos hebras están unidas entre sí por unas conexiones denominadas puentes de hidrógeno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Introducir al alumnado en los conceptos básicos de la biotecnología y su aplicación en agricultura.
- Realizar técnicas de laboratorio sencillas para extraer las moléculas de ADN.
- Conocer la estructura molecular del ADN
- Reflexionar sobre la posibilidad de manipular genéticamente un alimento.
- Reflexionar sobre el impacto de la biotecnología en áreas como la salud, la agricultura y el medio ambiente.

METODOLOGÍA ACTIVIDAD

Conectar. El docente hará lo posible por establecer un vínculo con el alumnado para captar al máximo su atención y curiosidad. Para ello, se iniciará la actividad con la proyección de una imagen sobre el cambio climático.

Utilizaremos como base la pregunta socrática para conseguir la reflexión del alumno que le guíe hasta el conocimiento.

Construir. De manera grupal llevarán a cabo una práctica de laboratorio.

Compartir. Puesta en común y debate oral. Trabajamos habilidades blandas como gestión emocional a través de la oratoria, respeto de ideas propias y ajenas, creatividad…

MATERIAL NECESARIO

- Ordenador
- Pizarra digital / proyector
- Imágenes 1-2 proyectables del Anexo para la fase Conectar

Para el experimento:

- Zumo de piña
- Agua
- Sal
- Alcohol etílico al 90%
- Detergente líquido
- Guisantes
- 2 Vasos de precipitado
- Mortero
- Colador o papel de filtro
- Embudo
- Palillos

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Conectar
Un planeta más cálido no sólo aumenta las temperaturas. Las precipitaciones son cada vez más extremas a medida que el planeta se calienta. Por cada grado que sube el termómetro, el aire retiene un siete por ciento más de humedad. Este aumento de la humedad en la atmósfera puede producir inundaciones repentinas, huracanes más destructivos e incluso, paradójicamente, tormentas de nieve más fuertes.

La comunidad científica mundial se reúne periódicamente para revisar las últimas investigaciones sobre cómo está cambiando el planeta. Los resultados de esta revisión se sintetizan en informes que se publican periódicamente, conocidos como los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

En estos informes determinan que los huracanes son cada vez más destructivos y descargan más lluvia, lo que provocará más daños.

Para evitar niveles peligrosos de calentamiento global, los científicos aseguran que no bastará con dejar de quemar los combustibles fósiles que liberan carbono en el aire. Dado que es prácticamente imposible que la humanidad lo haga tan rápido como se requiere ahora, también tendremos que extraer el carbono del aire e intentar almacenarlo.

Inicia la clase proyectando las Imagenes 1 y 2 del Anexo (inundaciones por calentamiento global) y pregunta: ***¿Qué veis?*** El alumnado dará detalles de la imagen de manera ordenada.

Las plantas son una de las mejores herramientas que tenemos para hacerlo, ya que estos colectores solares vivos ya capturan cada año miles de millones de toneladas de dióxido de carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis. Aproximadamente la mitad de ese carbono va a parar a las raíces y, finalmente, al suelo, donde puede permanecer durante cientos o miles de años.

¿Pero qué pasaría si pudiéramos crear plantas y suelos que fueran aún mejores en la captura de carbono?

Explica brevemente qué es la biotecnología y algunos ejemplos de su uso en la vida diaria (como medicamentos, alimentos transgénicos, y tratamientos médicos).

Resalta la importancia del ADN en biotecnología, ya que la manipulación genética es uno de los principales campos de estudio y aplicación en esta disciplina.

La manipulación de ADN, abre una puerta a reducir el calentamiento global. Pero, ¿***qué es eso del ADN?*** En la actividad que proponemos, el alumnado podrá tener un primer contacto con la extracción de ADN para comprenderlo y dar pie a poder manipularlo.

Construir
Divide al alumnado en pequeños grupos (3-5). A cada uno de ellos le repartimos el material necesario para llevar a cabo el experimento.

Extracción y aislamiento de las moléculas del ADN de un vegetal (guisantes)

1. **Preparación**: Coger unos cuantos guisantes y colocarlos en el mortero (aproximadamente 200ml). A continuación, echar agua. El volumen de agua debe ser más o menos el doble del volumen de guisantes que hayas puesto (aproximadamente 400 ml). Añadir una pizquita de sal.
2. **Romper células**: Triturar la mezcla de tal forma que quede lo más fina posible.
3. **Añadir la solución de extracción**: Añade detergente líquido a esta mezcla. La cantidad de detergente debe ser más o menos 100 ml.
4. **Liberar ADN**: Dejar reposar la muestra unos 10 minutos. Durante este tiempo, el detergente rompe las membranas celulares y el ADN quedará libre.
5. **Filtrar la mezcla**: Colar la mezcla con un colador o con papel de filtro y utilizando el embudo, verter la mezcla en el otro vaso de precipitado. Separamos así la parte sólida de la líquida que contiene el ADN liberado.
6. **Destruir proteínas**: Echa el líquido que has extraído en un tubo de ensayo, aproximadamente, 1/3 del tubo de ensayo (20 ml) y añade el zumo de piña (unos 10 ml). Este zumo va a realizar la función de las enzimas proteolíticas que destruyen las proteínas que van unidas al ADN formando la cromatina.
7. Agita suavemente la mezcla. Debes hacerlo muy suavemente para no romper las hebras del ADN.
8. **Precipitar el ADN**: Inclina un poco el tubo y echa alcohol etílico al 90% lentamente (30 ml), que vaya escurriendo por la pared del tubo. Añade tanto alcohol como líquido tenías en el tubo de ensayo.
9. A continuación verás como el ADN, en forma de hilillos de color blanco, comienza a elevarse y sale a la capa de alcohol.
10. **Recolectar el ADN**: Puedes “pescar” el ADN con unos palillos.

Compartir
Es momento de poner en común la experiencia. Fomenta el diálogo entre los estudiantes, permitiéndoles comentar y preguntar sobre las experiencias de los demás.

Concluye con un debate sobre las implicaciones éticas, sociales y científicas de estas tecnologías. ¿Podemos comer alimentos genéticamente modificados? ¿Perjudica a la salud de las personas modificar genéticamente los alimentos?

Valoren el equilibrio entre reducir el cambio climático y un posible perjuicio de la salud pública..

4.2. ACTIVIDAD 2. MUTACIÓN GENÉTICA

INTRODUCCIÓN

El ADN se encuentra en el núcleo de las células eucarióticas donde aparece unido a proteínas formando la cromatina. Es la molécula portadora de la información genética, donde se encuentra la clave de los caracteres hereditarios que se traspasan de la célula madre a las células hijas y en definitiva de padres a hijos.

Cada persona tiene su propia información genética, heredada del padre y de la madre. Y por tanto, el ADN de cada persona es único y constituye sus señas moleculares de identidad.

Sin embargo, la estructura de la molécula del ADN es igual en todos los seres vivos y consta de una doble cadena de nucleótidos de A (Adenina), T (Timina), C (Citosina) y G (Guanina) enrollados en hélice. La estructura del ADN, llamada la doble hélice, fue descubierta por Watson y Crick en 1953 y abrió el camino de la Genética Molecular.

DEFINICIONES

- **Biotecnología roja** (medicina): Se centra en la salud y medicina, incluyendo el desarrollo de antibióticos, vacunas, terapias génicas, y el diseño de nuevas técnicas para tratar enfermedades genéticas o cáncer.
- **Terapias génicas**: Utiliza la biotecnología para tratar enfermedades genéticas y otros trastornos al modificar los genes dentro de las células del paciente.
- **Edición genética**: Permite realizar ediciones precisas en el ADN, abriendo la posibilidad de corregir defectos genéticos.
- **ADN**: El ácido desoxirribonucleico, conocido por las siglas ADN, es un ácido nucleico que contiene las instrucciones genéticas fundamentales para el desarrollo, funcionamiento y reproducción de todos los seres vivos y algunos virus (los virus ADN). Desde el punto de vista químico, el ADN es un polímero de nucleótidos, es decir, un polinucleótido. En los seres vivos, el ADN se presenta como una doble cadena de nucleótidos, en la que las dos hebras están unidas entre sí por unas conexiones denominadas puentes de hidrógeno.
- **Mutación genética:** es una alteración o cambio en la secuencia de nucleótidos del ADN de un organismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender cómo se utiliza la biotecnología para identificar y analizar el ADN, aprendiendo los principios básicos de la genética aplicada y su impacto en medicina, justicia y conservación ambiental.
- Simular algunas técnicas de Ingeniería Genética
- Conocer algunas aplicaciones de Ingeniería Genética
- Discutir acerca de cuestiones bioéticas

METODOLOGÍA ACTIVIDAD

Conectar.
El docente hará lo posible para vincular con el alumnado y generar la curiosidad que le conecte con la actividad a través de imágenes sobre personas con mutación genética proyectadas para todo el grupo.

Usa preguntas y reflexiones para introducir la actividad de construcción.

Construir.
Trabajo en equipo para analizar el ADN de 6 personas y detectar mutaciones para corregirlas a través de terapia genética simulada.

Compartir.
Crear un entorno de confianza y respeto para poner en común el trabajo desarrollado y reflexionar sobre bioética.

MATERIAL NECESARIO

- Pantalla digital o proyector
- Lápices
- Gomas de borrar
- Fichas 1 del Anexo
- Tabla ADN 1 y Tabla ADN 2 del Anexo
- Tijeras
- Sobres o bolsitas con etiquetas (identificados como “Persona 1”, “Persona 2”, “Persona 3”, “Persona 4”, “Persona 5”, “Persona 6”.)

Recorta previamente las tiras de los 6 pacientes (secuencia sana y mutada) y segmentos (vector viral). Introduce los segmentos (vector viral) en el correspondiente sobre o bolsita.

- Tiras de papel o cartulina con "secuencias de ADN Mutado" (6 pacientes enfermos)
- Tiras de papel o cartulina con “secuencias de ADN Sano” (6 pacientes sanos)
- Segmentos, Vector viral (6 pacientes)

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Conectar

Inicia la clase proyectando las imagen 3 del Anexo (Personas con Sindrome de Down) y pregunta: ***¿Qué veis?*** El alumnado dará detalles de la imagen de manera ordenada.

Las enfermedades genéticas son afecciones que ocurren debido a una mutación en un gen de las células del cuerpo. Pueden ser causadas por un cambio en un único gen o en muchos genes o por daños en los cromosomas generales que transportan los genes. Algunas se deben a mutaciones en el ADN que afectan el funcionamiento normal de ciertas células (como fibrosis quística o hemofilia) y pueden ser hereditarias o no.

La terapia génica es un tratamiento biotecnológico que corrige o reemplaza las secuencias mutadas del ADN en las células afectadas.

Para corregir un gen dañado, los científicos introducen una copia sana del gen mediante un vector (a menudo un virus modificado que lleva el gen corregido).

Entre las enfermedades genéticas más comunes, se encuentran:

- Fibrosis quística
- Enfermedad de Huntington
- Síndrome de Down
- Distrofia Muscular de Duchenne
- Anemia de Células Falciformes

Construir

Divide a los estudiantes en grupos de 4-5 personas y entrega el material a cada grupo:

- Tiras de **ADN del Paciente** (20-30 bases) que contiene **varias mutaciones** (tira mutado 1, mutado 2, mutado 3…)
- Ttiras de **ADN Sano** con la secuencia correcta. (tira Sano 1, Sano 2, Sano 3…).
- Un sobre por persona que representa el **Vector Viral** con los segmentos de ADN sano. Incluir en el sobre sólo los segmentos previamente recortados (segmento 1, segmento 2…)

Es momento de simular el proceso de corrección de ADN:

- Compara la tira de ADN del "Paciente" con la tira de ADN “Sana”, para identificar la mutacióno mutaciones (usa una base o secuencia de color distinto para simular el error).
- Marca las posiciones de las mutaciones en su hoja de registro Ficha 1 del Anexo.
- Recorta la sección mutada de la tira del paciente.
- Coloca la secuencia sana (desde el "vector viral") en su lugar.

Compartir

Es momento de poner en común la experiencia. Cada grupo expone cuántas mutaciones tenía el ADN de cada paciente y cómo las corrigieron.

Concluye con un debate sobre las implicaciones éticas, sociales y científicas de estas tecnologías. ***¿Qué dilemas éticos se asocian con esta tecnología?.***

ANEXOS

Imagen 1

Imagen 2

imagen 3

Tabla ADN 1

Sano 1	G	T	A	C	C	G	T	A	A	G	C	T	G	T	A	G	C	A	G	T	C	A	A	T	G	C
Mutado 1	G	A	A	C	T	G	T	A	A	G	C	T	G	T	A	G	C	A	T	T	C	A	G	T	A	C
Segmentos 1		T			C														G				A		G	
Sano 2	C	G	T	T	A	C	G	A	T	G	C	T	A	C	G	T	T	G	C	A	T	C	G	T	A	A
Mutado 2	C	G	A	T	G	C	T	A	T	G	A	T	A	C	C	T	G	G	C	A	T	C	A	T	A	A
Segmentos 2			T		A		T				C				G		T						G			
Sano 3	T	G	A	C	T	G	C	A	T	G	A	C	T	A	G	T	C	G	A	T	C	T	G	A	C	A
Mutado 3	T	C	A	C	T	G	A	A	T	T	A	C	T	A	A	T	C	G	T	T	C	T	G	A	C	G
Segmentos 3		G					C			G					G				A							A

Tabla ADN 2

Sano 4	A	G	T	C	C	T	G	A	A	T	C	G	T	A	C	G	T	G	C	A	T	G	C	A	A	T
Mutado 4	A	A	T	C	T	T	G	C	A	T	C	G	T	C	C	G	T	G	G	A	T	G	C	G	A	T
Segmentos 4		G			C			A						A					C					A		
Sano 5	T	C	G	A	T	G	C	A	C	T	G	A	T	C	G	C	T	G	A	C	T	G	A	T	G	C
Mutado 5	T	C	C	A	T	G	G	A	C	T	G	C	T	C	G	G	A	G	A	G	T	G	A	T	C	C
Segmentos 5			G				C					A				C	T			C					G	
Sano 6	G	T	A	C	G	T	C	A	G	T	G	C	T	A	G	T	C	A	C	T	G	A	C	T	G	A
Mutado 6	C	T	A	C	C	T	C	T	G	T	G	C	T	A	C	T	C	A	C	G	G	A	G	T	G	A
Segmentos 6	G				G			A							G					T			C			

Ficha 1

Grupo:							
Persona	**Posición mutación**	**Base Mutada**	**Base Sana**	**Persona**	**Posición mutación**	**Base Mutada**	**Base Sana**
1				4			
2				5			
3				6			

consorcio
EDER

Gobierno de Navarra

Nafarroako Gobernua