Primero la Secundaria

BIOLOGÍA

Módulo 3

Biotecnología

Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Presidencia de la Nación

Primero la Secundaria

BIOLOGÍA

Módulo

3

Biotecnología

Contenido

Presentación

1. La Biotecnología

2. Ingeniería Genética

3. Aplicaciones de la Biotecnología y la Ingeniería Genética

4. Implicancias de la Biotecnología y la Ingeniería Genética

Actividades

Claves de corrección

Bibliografía

Presentación

Antes de comenzar con el desarrollo de este tercer módulo, recordá dedicar entre 1 hora y media o dos, por día, para repasar los conceptos centrales y completar las actividades de autoevaluación que te servirán para ponerlos en práctica.

En este módulo estudiaremos la Biología desde la disciplina de la biotecnología.

Vamos a seguir un itinerario con los conceptos más importantes: iniciaremos con el repaso del concepto de **biotecnología**, luego abordaremos la **ingeniería genética** como una disciplina que surge de la biotecnología. Luego, veremos las aplicaciones de estas disciplinas en algunas de las áreas más famosas de la ciencia y estudiaremos su impacto a nivel social y económico.

1. La Biotecnología

La Biotecnología ha existido desde la antigüedad, si bien su nombre nos hace pensar en algo moderno. Consiste en la utilización de un ser vivo o parte de él para obtener un producto de interés. Se ha aplicado históricamente para obtener alimentos o fármacos (medicamentos).

Por ejemplo: la elaboración de bebidas alcohólicas fermentadas, como el vino, es un proceso biotecnológico donde intervienen microorganismos, que transforman los componentes del jugo de uvas en alcohol. La fabricación de yogurt, la elaboración de quesos mediante el agregado de bacterias y la producción de pan mediante el uso de levaduras son otros ejemplos de procesos biotecnológicos tradicionales. En este caso, se trata de la obtención y utilización de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos.

En la Biotecnología podemos diferenciar dos ramas:

- **Biotecnología tradicional**, donde **no** se utilizan técnicas de manipulación del ADN.

- **Biotecnología moderna**, donde **sí** se utilizan técnicas de manipulación del ADN. Esta disciplina surgió en la década de 1980 y utiliza técnicas para modificar y transferir genes de un organismo a otro generando "organismos genéticamente modificados" (OGM). Un ejemplo es la producción de insulina humana en bacterias, que significa una gran ventaja para el tratamiento de la enfermedad llamada diabetes. La ciencia que modifica y transfiere genes se llama **Ingeniería Genética** y la abordaremos en el siguiente tema de esta unidad.

Muchos alimentos que se consumen cotidianamente se obtienen por biotecnología tradicional, como, por ejemplo, la cerveza.

Figura 1.
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/Beer#/media/File:NCI_Visuals_Food_Beer.jpg

Como lectura optativa podés consultar este material:

http://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_67.pdf

2. Ingeniería Genética

A partir de la aplicación de la Biotecnología, se desprende la **Ingeniería Genética**. Esta disciplina consiste en un conjunto de metodologías que permiten manipular los genes de un organismo y/o transferir genes de un organismo a otro, para expresarlos (producir las proteínas para las cuales estos genes codifican) en organismos diferentes al de origen.

Las técnicas que emplea la Ingeniería Genética se denominan **técnicas de ADN recombinante**, porque combinan fragmentos de diferentes moléculas de ADN.

Los organismos que, mediante técnicas de Ingeniería Genética, se les ha alterado su ADN se denominan **organismos genéticamente modificados (OGM)**. Así, se pueden crear organismos genéticamente modificados introduciendo un gen de un ser vivo en el ADN de otro individuo de una especie totalmente distinta, para conseguir individuos con características nuevas. A estos organismos se los conoce como **organismos transgénicos** ya que poseen genes de organismos distintos, hasta de diferentes especies.

Las principales herramientas de la ingeniería genética son:

- Las **enzimas**: intervienen en la selección, corte y unión de los fragmentos de ADN
- El **ADN de interés**.
- **Los vectores**: moléculas de ADN donde se inserta un fragmento de ADN de interés para que se mantenga y se replique en células hospedadoras
- **Los hospedadores**: células donde se introducen los vectores que llevan el ADN de interés y que se harán crecer en cultivo para obtener más números de dicho ADN.

  La siguiente imagen es un ejemplo de los pasos que se siguen para armar un vector que lleve el ADN de interés que se quiere insertar en un organismo. Vas a notar que están presentes las herramientas que acabamos de estudiar: las **enzimas de restricción** son enzimas que cortan las moléculas de ADN mientras que las **ligasas** son enzimas que pegan fragmentos de ADN.

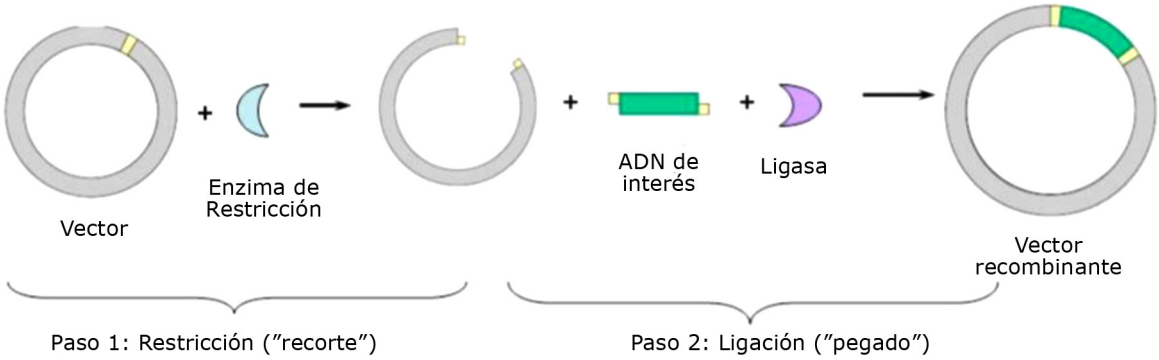

Figura 2.
Fuente: http://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_67.pdf

Como lectura optativa, podés consultar estos materiales:

https://www.educ.ar/recursos/91636/tecnologia-del-adn-recombinante

http://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_4.pdf

3. Aplicaciones de la Biotecnología y la Ingeniería Genética

Nos centraremos, ahora, en las técnicas más famosas que se desprenden de la Biotecnología moderna y la Ingeniería Genética, y sus aplicaciones a nivel social y económico.

Organismos transgénicos

Como ya mencionamos, los organismos transgénicos se crean introduciendo el gen de un ser vivo en el ADN de otro individuo de una especie totalmente distinta. De esta forma, se consiguen individuos con características diferentes a los individuos originales.

Este procedimiento se aplica, principalmente, en la agricultura y la ganadería, generando, por ejemplo, plantas resistentes a sustancias tóxicas, heladas o suelos salinos, frutos con maduración retardada, animales con mayor producción de carne, leche u otros productos interesantes, animales de crecimiento rápido, etc.

Como lectura optativa, podes consultar este material:

https://www.educ.ar/recursos/91185/manipulacion-y-reprogramacion-de-genes

Clonación

La palabra CLON significa "copia exacta". Con la Ingeniería Genética es posible obtener clones de ADN, de células (que sirve para crear tejidos reparadores de otros que estén en malas condiciones) o de organismos completos (se obtienen individuos que son genéticamente idénticos).

La **clonación de células** se denomina, también, **clonación terapéutica** y se usa en la Medicina para reemplazar órganos o tejidos dañados y así curar ciertas enfermedades.

La famosa Oveja Dolly fue el primer mamífero clonado a partir de una célula adulta.

Figura 3.
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flock_of_sheep.jpg

Te compartimos más material optativo. Ahora sobre la clonación:
https://www.educ.ar/recursos/118500/dolly-y-la-clonacion

Terapia génica

La **terapia génica** se utiliza para el tratamiento de enfermedades génicas que son hereditarias, que pueden ser mortales y no tener tratamiento, o cuyo tratamiento es muy costoso. Con la Ingeniería Genética se reemplaza el gen dañado por uno sano. Este gen producirá una proteína normal y con ella se corregirá la enfermedad.

En los experimentos de terapia génica se utilizan dos estrategias principales:

- **a)** Extraer células de un paciente, cultivarlas y modificarlas in vitro (donde "vitro" significa vidrio, porque se realizan a veces dentro de un recipiente de vidrio), en general, con la utilización de un vector viral. Luego, esas células se reimplantan en el cuerpo del paciente. En este caso, el riesgo de rechazo del implante por parte del sistema inmunitario es mínimo. Esta estrategia se denomina **ex vivo** ("ex" significa "fuera de" o "más allá de").

- **b)** Otra estrategia consiste en administrar el gen "corrector" al paciente **in vivo** (en su cuerpo), por aerosol o inyección. Con esta estrategia, sin embargo, no es posible controlar la eficacia de la transferencia del gen y, además, puede generar respuesta inmune en el paciente.

¿Conoces el caso de "el niño burbuja"? El síndrome de Inmunodeficiencia Combinada Severa (conocido como síndrome del "niño burbuja") es una deficiencia en el sistema inmunológico (el sistema de defensas del cuerpo humano). Esta enfermedad hereditaria está presente al nacer y es causada por la deficiencia de la proteína que controla el correcto desarrollo de los linfocitos T y B. La enfermedad hace que el niño tenga su sistema inmunológico deprimido o no lo tenga. Y como consecuencia, no puede combatir las infecciones. Por esto, a los niños con este síndrome se los mantiene aislados del entorno para evitar que entren en contacto con agentes infecciosos que no podrán combatir. Una simple gripe es mortal para estos niños. La terapia génica, promete corregir la falla en el gen que codifica para la proteína defectuosa, reestableciendo el correcto funcionamiento del sistema inmunológico y dándoles la oportunidad de tener una vida normal a los niños burbuja.

La siguiente imagen muestra un niño con síndrome de inmunodeficiencia combinada. El tratamiento consiste en aislar a los pacientes del entorno, y por eso se los conoce como “niños burbuja”.

Figura 4.
Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OSC_Microbio_19_04_SCID.jpg#/media/Archivo:OSC_Microbio_19_04_SCID.jpg

Fertilización asistida

Hay muchas formas de tratar la infertilidad tanto en humanos como en animales (sobre todo en aquellos con interés económico, como las vacas). La Ingeniería Genética abrió el camino a técnicas como la **fertilización in vitro** donde se induce la fusión de material genético típico de la fecundación, aunque no se manipula la información genética directamente.

En humanos, la técnica consiste en extraer los óvulos de los ovarios de la mujer mediante punción folicular y, a continuación, fecundarlos en el laboratorio con los espermatozoides del varón. Seguidamente, se observa la evolución de los embriones en cultivo hasta que se transfieren al útero de la futura madre, a fin de lograr el embarazo.

El Proyecto Genoma Humano

El Proyecto Genoma Humano (PGH) nació con el fin de localizar, identificar y conocer la secuencia de nucleótidos, y la función de los genes que componen el genoma humano. Se ha intentado relacionar estas características con la susceptibilidad a ciertas enfermedades para poder desarrollar tratamientos adecuados.

Los conocimientos generados a partir del genoma humano y el uso de las herramientas del ADN recombinante permitirían desarrollar técnicas de diagnóstico prematuro para diferentes enfermedades, así como la predicción de posibles síndromes relacionados con predisposiciones genéticas. Esto se constituiría en una herramienta eficaz para la cura o el tratamiento dirigido, específicamente, a la causa de la enfermedad.

El descubrimiento de los diferentes genomas permitirá, en un futuro, diseñar medicamentos a medida, no sólo para enfermedades específicas, sino para enfermos específicos ya que, tal vez, se logre diseñar drogas que reconozcan **epitopes** (las mínimas unidades de antígenos).

La Biotecnología serviría para diseñar enzimas, proteínas o fármacos. La información generada podría ser usada para detectar en los pacientes su predisposición a alguna enfermedad genética. Esto facilitaría la prevención y de ser necesario, el tratamiento de dichas enfermedades.

Leé más sobre el Proyecto del Genoma Humano, de manera optativa en el siguiente link:
https://www.educ.ar/recursos/90116/podemos-leer-el-libro-de-la-vida-genetica-humana

El Proyecto Genoma Humano trae aparejada la consideración de principios éticos, entre otros tantos aspectos, como veremos a continuación.

4. Implicancias de la Biotecnología y la Ingeniería Genética

La Biotecnología y la Ingeniería Genética han proporcionado grandes beneficios a la humanidad, pero también pueden traer consecuencias no deseadas. Veamos las implicancias o consecuencias que el uso de esta tecnología -en sus distintas aplicaciones- puede ocasionar en la sociedad.

Organismos transgénicos

Como vimos anteriormente en este módulo, los organismos transgénicos nos brindan la enorme ventaja de poder obtener herramientas biológicas o bioquímicas que de otro modo sería difícil conseguir, lo cual es sumamente benéfico para el avance de la medicina moderna, de la industria farmacológica y para la tecnología de alimentos. Especies animales o vegetales que producen más alimento de manera más rápida pueden ser la solución a problemas de escasez y de hambre en el mundo, y representan además un gran paso en la comprensión de las dinámicas de la genética y la herencia por parte de la biología.

Pero ¿por qué hay tanto debate en torno a estos productos transgénicos? Habrás escuchado o visto alguna vez en los medios de comunicación muchas agrupaciones manifestándose, marchas, protestas, por ejemplo, en contra de la experimentación en animales, u otras en contra de los “alimentos transgénicos” y su impacto en la salud.

Por un lado, muchos afirman que los alimentos transgénicos podrían estar vinculados directamente con el aumento en el índice de incidencia en diversas dolencias y enfermedades. Es muy famoso en nuestro país, el caso de la soja transgénica. La soja es una planta muy chiquita que, si tuviera que competir con otras plantas por la luz del sol y los nutrientes del suelo, no prosperaría a gran escala, es decir en grandes cantidades. Para su producción masiva, se generó una variante de la soja resistente a herbicidas, como el glifosato. Así, cultivando esta soja modificada, los agricultores se aseguran el éxito exclusivo de esta planta frente a otros vegetales. El debate aquí se centra en el creciente número de enfermedades relacionadas con los cultivos de la soja. Muchos atribuyen estas enfermedades al consumo de un alimento transgénico por sí mismo, mientras que otros sostienen que es el uso indiscriminado de los herbicidas, que de todas maneras se usan sobre las plantaciones, lo que termina por "intoxicar" al suelo, los animales y a los mismos humanos, provocando en muchos casos muertes.

Por otro lado, el riesgo que las especies modificadas representan para las especies naturales podría ser un golpe enorme a la biodiversidad del planeta. Las grandes corporaciones que manejan productos transgénicos como semillas modificadas genéticamente para crecer más y mejor incluso con menos agua, hacen lo que sea por introducir sus productos en el mercado mundial, garantizando resultados inmediatos y rentables a los productores locales. De ese modo, las semillas genéticamente modificadas terminan reemplazando a las variantes naturales o sin modificar, lo cual es una competencia injusta que podría conducir a la extinción a variantes del maíz, el trigo o el sorgo que crecen más lento y rinden menos, pero que han existido así desde hace millones de años.

El debate sobre el uso de lo que se llama "transgénicos" es muy amplio, se cruzan intereses políticos, sociales y económicos en esta disputa, y aun los científicos que estudian el tema no han llegado a un consenso o a conclusiones definitivas en la materia.

Clonación terapéutica

Como vimos también en el apartado más arriba, la clonación es una de las aplicaciones de la biotecnología y la Ingeniería genética. Recordemos que a partir de la clonación de células se pueden regenerar tejidos y órganos dañados y así tratar ciertas enfermedades.

Está claro es que casi ningún científico se opone a los objetivos terapéuticos (es decir de curación o atenuación de una enfermedad) de la clonación. Pero, desde el descubrimiento de esta técnica, las grandes preguntas, para algunos alarmantes y para otros esperanzadoras son: ¿Se podrán hacer clones humanos? ¿Se podrán hacer dos humanos completamente iguales?

¿Se podrá hacer una copia de mí mismo/a? Y si se pudiera ¿Los clones nos reemplazarían en el mundo?

Veamos de qué se trata. Habrás escuchado hablar alguna vez de las famosas **células madre** que prometen tratar desde las primeras arruguitas en la piel de quienes ya alcanzaron los 30 años, hasta el mal de parkinson y el alzehimer. ¿Qué son estas células? Son células presentes en el embrión humano y tienen la capacidad de convertirse en cualquier tipo de tejido. De hecho, gracias a ellas, se desarrollan todos los órganos del feto. De un tiempo a esta parte, los científicos han logrado crear células madre embrionarias con la técnica de clonación. Desde que se hizo público este logro, se ha abierto de nuevo el debate sobre si el avance de la ciencia puede ser un peligro para el hombre, ya que este hito podría ser el primer paso para producir clones humanos.

Con los primeros experimentos, surgieron voces críticas sobre el empleo de embriones para la investigación. En algunos países, como hizo en su momento Estados Unidos, no destinan fondos públicos (dinero del Estado) para crear nuevas líneas celulares cultivando estas células embrionarias. En otros países como España, está permitido este tipo de estudios siempre que los embriones procedan de clínicas de fertilidad y hayan sido deshechados para la reproducción.

La clonación reproductiva en humanos está de hecho cuestionada por todos los investigadores y científicos, y prohibida en la mayoría de los países del mundo.

Terapia génica

Como vimos más arriba en este módulo, la terapia génica promete un tratamiento para enfermedades hereditarias incurables. Este procedimiento es experimental y se rige por protocolos de investigación muy estrictos. Todavía no se ha determinado la eficacia ni qué tan inofensivos son los procedimientos de terapia génica. Existe mucha controversia por esta terapia ya que puede presentar algunas desventajas graves, como: a) generar una respuesta inmune en el paciente ante un agente extraño; b) inducir un tumor por mutagénesis en el paciente; c) originar trastornos multigénicos en el paciente, que derivan en enfermedades cuyo origen reside en mutaciones en varios genes, etc. El debate en torno a esta terapia, entonces, reside en la especificidad del tratamiento que podría traer como aparejado múltiples efectos secundarios no deseados y hasta mortales. Y surge la pregunta: ¿y si el remedio es peor que la enfermedad?

Entonces, estas técnicas que se explicaron y que se desprenden de la biotecnología tienen un gran impacto en la sociedad y el debate, la discusión acerca de si son beneficiosas o no, si deben usarse y en qué medida o no, es mucho más extenso de lo que podemos abarcar en este módulo.

Es importante, entonces, remarcar que los trabajos de laboratorio, ya sean de biotecnología o de otras disciplinas, deben cumplir con ciertas pautas para respetar los valores morales de la sociedad. Por ello, se han elaborado una serie de normativas que atienden estos aspectos éticos y legales.

Algunas de ellas son:

- En 1997, la UNESCO (organismo de la Organización de las Naciones Unidas) aprobó la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos. En su artículo 1º dice: "El Genoma Humano es Patrimonio de la Humanidad".

- En el mismo año, el Consejo de Europa prohibió la Clonación con fines reproductivos o experimentales en seres humanos.

- En Argentina, la Ley de Investigación Biomédica regula la utilización de la Biotecnología y la Ingeniería Genética, prohibiendo de forma expresa la clonación reproductiva y la creación de embriones destinados a la investigación.

Actividades

Actividad 1: Indicá la respuesta correcta.

A. ¿Cuál de los siguientes productos se obtiene a partir de la biotecnología moderna?

- Cerveza
- Yogurt
- Insulina humana
- Queso

B. ¿Cómo se denominan los organismos que reciben un gen de otro que le otorga nuevas características?

- Organismos genéticamente modificados
- Organismos hospedadores
- Organismos transgénicos
- Organismos vectores

C. ¿Cuál de los siguientes ejemplos es una aplicación de los organismos transgénicos?

- Tratamiento de enfermedades hereditarias.
- Regeneración de tejidos dañados.
- Resistencia de vegetales a herbicidas.
- Tratamiento de la infertilidad.

D. ¿Cuál de los siguientes ejemplos es un tema de debate en la clonación terapéutica?

- La soja resistente a herbicidas.
- La creación de células madre embrionarias.
- Los efectos secundarios graves.
- La creación de organismos que desplacen a los originales.

E. La enfermedad comúnmente conocida como la “enfermedad del niño burbuja” puede ser tratada por la aplicación de:

- La biotecnología tradicional.
- La clonación terapéutica.
- La generación de organismos transgénicos.
- La terapia génica.

Actividad 2: Indicá si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas.

A. La Biotecnología tradicional permite modificar genéticamente ciertos organismos para obtener productos con mayor eficiencia.

◯ Verdadera ◯ Falsa

B. Para la Ingeniería Genética se usan técnicas de ADN recombinante.

◯ Verdadera ◯ Falsa

C. La clonación de células sirve para obtener organismos iguales.

◯ Verdadera ◯ Falsa

D. El Proyecto Genoma Humano provee una herramienta eficaz para la cura o el tratamiento dirigido específicamente a la causa de la enfermedad.

◯ Verdadera ◯ Falsa

E. La ventaja principal de la terapia génica es su capacidad de tratar enfermedades hereditarias letales.

◯ Verdadera ◯ Falsa

F. En nuestro país, la Ley de Investigación Biomédica regula la utilización de la Biotecnología y la Ingeniería Genética, prohibiendo de forma expresa la clonación reproductiva y la creación de embriones destinados a la investigación.

◯ Verdadera ◯ Falsa

Claves de corrección

Actividad 1:

- **A.** La respuesta correcta es: "**insulina humana**". Los demás productos se obtienen por biotecnología *tradicional*, es decir, sin manipulación genética.

- **B.** La respuesta correcta es: "**Organismos transgénicos**". Los vectores son moléculas de ADN, a las que se insertan fragmentos de ADN de interés para, luego, introducirlas en células hospedadoras del organismo que quiero modificar.

- **C.** La respuesta correcta es: "**resistencia de vegetales a herbicidas**". El tratamiento de enfermedades hereditarias es una aplicación de la terapia génica, la regeneración de tejidos dañados es una aplicación de la clonación terapéutica, el tratamiento de la infertilidad es una aplicación de la fertilización asistida.

- **D.** La respuesta correcta es: "**la creación de células madre embrionarias**". La soja resistente a herbicidas es un debate en torno a los organismos transgénicos; los efectos secundarios graves son una implicancia del uso de terapias génicas; la creación de organismos que desplacen a los originales es una implicancia de la creación de organismos transgénicos.

- **E.** La respuesta correcta es: "**La terapia génica**", ya que esta técnica permite corregir los genes defectuosos que ocasionan la enfermedad.

Actividad 2:

- **A. Falsa**, porque en la Biotecnología tradicional se saca provecho de ciertos organismos para obtener productos, pero sin modificarlos genéticamente.

- **B. Verdadera**, ya que combinan el ADN del organismo receptor con el del organismo donante.

- **C. Falsa**, porque la clonación de células sirve para obtener células idénticas y se utiliza para regenerar los tejidos y órganos de un organismo.

- **D. Verdadera** porque, gracias a este Proyecto, se puede caracterizar el genoma humano, detectar la causa especifica de ciertas enfermedades y su diagnóstico de forma prematura.

- **E. Verdadera**, porque mediante la terapia génica se logra corregir aquellos genes defectuosos, causantes de enfermedades sin tratamiento o con tratamientos muy costosos.

- **F. Verdadera**, porque es la ley que rige actualmente en el ámbito de la salud para regular el uso de las técnicas que se trataron en este módulo.

Bibliografía:

Alberts, B. Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J. Raff, M. (2011). *Introducción a la Biología celular*. Editorial Medica Panamericana, tercera edición. Buenos Aires.

Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., Massarini, A. (2007). *Biología*. Editorial Médica Panamericana, séptima edición. Buenos Aires.

http://www.porquebiotecnologia.com.ar/el-cuaderno

https://www.educ.ar/

Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Presidencia de la Nación