



## Utilización de la biotecnología para mejorar la salud

### La salud y la enfermedad en la historia

Desde tiempos remotos, el hombre sueña con derrotar enfermedades y, así, prolongar su vida. Los métodos para lograrlo fueron variando en diferentes épocas y culturas de acuerdo con las creencias y los conocimientos del momento acerca del cuerpo humano y de su funcionamiento. Los pueblos de la Antigüedad le atribuían a las enfermedades un origen sobrenatural. Por lo tanto, también la curación tenía un carácter mágico y debían realizarla magos, hechiceros o sacerdotes (aún hoy en pueblos aborígenes se mantienen estas prácticas). En la Grecia del siglo V a. C. surgió una escuela de medicina, encabezada por Hipócrates, que comenzó a concebir el origen natural de las enfermedades. La tarea del médico consistía en ordenar reposo al paciente, procurar que estuviese limpio, hacerlo respirar aire puro e ingerir una dieta simple y sana.

A partir de entonces, el estudio del cuerpo humano despertó interés y curiosidad. Ya en el Renacimiento (siglos XV a XVII) se concluyó que la única forma de aprender acerca del cuerpo humano era a través de la observación y la experimentación. La invención del microscopio óptico, en el siglo XVII, permitió descubrir la presencia de los microorganismos y posteriormente se los reconoció como causantes de enfermedades. En el siglo XVIII el doctor inglés Edward Jenner dio el primer paso en el desarrollo de las vacunas (término que deriva de “vaca”) al experimentar en un niño un método preventivo contra la viruela que en esos tiempos dieztaba a la población. Esto culminó en 1980 con la erradicación en el mundo de la viruela, y con el desarrollo de numerosas vacunas para prevenir enfermedades.

A partir del siglo XIX y hasta la actualidad, la ciencia y la tecnología avanzaron aceleradamente. Esto ha permitido conocer detalles de la estructura y del funcionamiento del cuerpo humano, identificar las causas de muchas enfermedades y encontrar la forma de prevenirlas, de curarlas o tratarlas. Uno de los hitos de la medicina fue el descubrimiento de la penicilina en el siglo XX por Alexander Fleming, el antibiótico más usado actualmente en el mundo que logró curar las infecciones y salvó innumerables vidas. A partir de este descubrimiento, se desarrollaron muchos otros antibióticos (ver Cuaderno N° 51).

Durante las últimas décadas con el advenimiento de la biotecnología moderna, el conocimiento de la estructura y el funcionamiento del ADN, se están desarrollando nuevas técnicas para diagnosticar, prevenir, tratar y curar enfermedades. El estudio del

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



genoma humano (ver Cuaderno N° 55) permitirá acelerar la identificación de aquellos genes

causantes de enfermedades, y aportará valiosa información a las investigaciones científicas en el área de la salud. La biotecnología proporciona un amplio rango de usos potenciales en animales y humanos.

## **Biotecnología y salud: presente y futuro**

Cada individuo posee una "receta" única de ADN que lo identifica, determina sus características y funciones. Es decir que los individuos de cualquier especie, cruce o línea híbrida pueden ser identificados por pequeñas diferencias en su secuencia de ADN (se podría detectar una diferencia de una letra en un millón). Pero, esto requiere de técnicas moleculares que permitan el estudio detallado del ADN.

Existe un gran número de técnicas moleculares, llamados *marcadores moleculares*, que permiten estudiar directamente segmentos de ADN de los individuos, para así obtener su *ADN 'fingerprints'*, en otras palabras, conocer su identidad molecular o “huellas dactilares de ADN”. Esta “huella dactilar” puede ser usada para determinar las relaciones de paternidad o parentesco, para analizar a los donantes y receptores de órganos en programas de trasplante, unir sospechosos con la evidencia de ADN en la escena del crimen (ver Cuaderno N° 69), o servir como indicativo de pedigree para mejoramiento en semillas y ganado.

Existen muchas otras aplicaciones de las herramientas biotecnológicas en el área de la medicina y la salud, como se detalla a continuación:

- Diagnóstico de enfermedades

El desarrollo de técnicas para el diagnóstico de enfermedades infecciosas o hereditarias es una de las aplicaciones de mayor impacto de la tecnología del ADN. Al utilizar las técnicas de secuenciación de ADN y de PCR (“Reacción en Cadena de la Polimerasa” que permite tener una gran cantidad de copias de un segmento de ADN determinado) los científicos pueden diagnosticar infecciones virales, bacterianas o fúngicas. La tuberculosis, el SIDA y muchas otras enfermedades infecciosas, son diagnosticadas mediante técnicas de PCR (ver Cuaderno N° 67) en forma más sencilla y rápida que por los métodos tradicionales, permitiendo la intervención y tratamientos más tempranos.

Las enfermedades hereditarias son aquellas ligadas a la herencia genética. Actualmente se conocen las alteraciones genéticas que originan muchas enfermedades hereditarias y por lo tanto es posible no sólo explicarlas sino también diagnosticarlas y controlar a los

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



portadores de esos genes para posibilitar su diagnóstico precoz y evitar el desarrollo de la enfermedad. En las familias en las que se conoce que el riesgo de transmitir una

enfermedad hereditaria es alto, el análisis genético de los futuros padres así como el diagnóstico prenatal son de un gran valor para poder anticiparse al problema.

Además de la técnica de PCR, se utilizan otros métodos diagnósticos de enfermedades, como los anticuerpos monoclonales, los chips de ADN y los biosensores (ver Cuaderno N° 68 y N°69).

- Producción de proteínas recombinantes:

La recombinación de genes humanos en el ADN de bacterias es una de las posibilidades más importantes que ofrece la biotecnología. Esta técnica posibilita obtener proteínas humanas con fines terapéuticos en sistemas de crecimiento rápido. El ejemplo más conocido es la obtención de insulina humana a partir de la inserción del gen que la produce en plásmidos de la bacteria *Escherichia coli*. Esta técnica es de gran valor porque las bacterias, al duplicar su número cada 20 minutos, producen en poco tiempo muchas copias del gen humano inserto en su ADN y en consecuencia, grandes cantidades de proteínas recombinantes (ver Cuaderno N° 49).

Actualmente, los fármacos provenientes de organismos recombinantes se producen básicamente en tres sistemas: bacterias (fundamentalmente *E. Coli*), en levaduras, y en células de mamífero (en placas de laboratorio). Entre muchos ejemplos, se pueden nombrar:

- ü Los *factores de coagulación* VIII, IX y VIIa, indicados en el tratamiento de algunos tipos de hemofilia, producidos en cultivo de células de mamífero.
- ü Algunas *hormonas*, como la foliculo estimulante, tirotrófina, gonadotrofina coriónica (en células de mamífero), insulina, hormona de crecimiento, paratifoidea (en *E. coli*) y glucagon e insulina (en levaduras).
- ü *Anticoagulantes* como la irudina y activadores del plasminógeno tisular (en los tres sistemas).
- ü *Factores hematopoyéticos* como el interferón alfa y gamma, producidos en *E. coli*.
- ü *Anticuerpos monoclonales* Anti-IgE , Anti-TNF y Anti-IL2, producidos en cultivo de células de mamífero.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Si bien, hasta el momento, estas proteínas recombinantes son producidas solamente en estos tres sistemas, con el advenimiento de las técnicas de ingeniería genética que permitieron obtener animales y plantas transgénicos surgió también la posibilidad de utilizar a éstos como productores de proteínas recombinantes de interés farmacológico. Es decir, producir estas proteínas recombinantes en animales o plantas en vez de en biorreactores o fermentadores industriales en donde crecen las bacterias.

La estrategia de utilizar animales de granja (ovejas, vacas, cerdos, cabras, gallinas, conejos, etc.) como fábricas de productos farmacológicos recombinantes se denomina "Granja farmacológica". Como ejemplo de una proteína producida en un animal transgénico se puede nombrar a la hormona de crecimiento humano para tratar casos de enanismo. Esta hormona es producida por la primera vaca transgénica, llamada Pampa Mansa, y es un desarrollo de investigadores argentinos. Pampa Mansa, que nació en 2002, es transgénica y clonada y produce en su leche la hormona de crecimiento humano. Estudios que le fueron realizados en Octubre de 2003, demostraron que comenzó a dar leche con buenos niveles de hormona de crecimiento (ver Cuadernos N° 9, N° 47 y N° 49).

- Producción de antibióticos

Los antibióticos son moléculas con actividad antimicrobiana (inhiben el crecimiento de otros microorganismos). Originalmente, los antibióticos para uso humano se obtenían como parte del metabolismo de hongos y bacterias, por lo que se consideran la primera aplicación de la biotecnología a la industria farmacéutica. Hoy en día, muchos de ellos se fabrican de manera sintética en laboratorios farmacéuticos, imitando la receta del producto natural.

Actualmente, los laboratorios farmacéuticos dedican tiempo y dinero a la búsqueda de nuevos antibióticos ya que muchos que fueron alguna vez altamente efectivos han perdido utilidad frente a los organismos patógenos, debido a que los microorganismos desarrollan resistencia frente a antibióticos que en el pasado les resultaban letales.

Al ser los antibióticos productos del metabolismo secundario, suelen generarse naturalmente en concentraciones muy bajas. Es por eso que una vez elegidas las bacterias productoras, y utilizando técnicas de ingeniería genética, se busca la manera de mejorarlas en el laboratorio para transformarlas en "superproductoras".

Por ejemplo, se puede aumentar el número de copias de los genes que codifican para las enzimas que intervienen en la producción del antibiótico. De esta forma se fabricará, a partir de una misma célula, más cantidad del producto final.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



También, una vez conocidas las enzimas que participan en la síntesis del antibiótico, la ingeniería genética permite transferir estos genes a organismos más fáciles de crecer y manipular en el laboratorio, como *Escherichia coli*, para que éstos produzcan el antibiótico deseado en forma más rápida (ver Cuaderno N° 51)

- Producción de vacunas recombinantes

Las vacunas constituyen un método preventivo, mediante el cual el individuo adquiere inmunidad permanente contra algún agente patógeno específico.

Tradicionalmente, las vacunas son preparadas a base del agente que causa la enfermedad, pero en un estado no patogénico. Estas vacunas, si bien son muy eficaces, presentan algunas dificultades ya que no todos los microorganismos se pueden cultivar en el laboratorio, la producción a menudo es cara, se requieren medidas muy estrictas para asegurar la completa inactivación o la atenuación adecuada de la cepa.

Es por eso que, desde principios de la década de 1980, se están desarrollando nuevas vacunas que, posiblemente, reemplazarán en un futuro a las vacunas tradicionales. Estas nuevas vacunas son producidas por ingeniería genética, basadas en la molécula de ADN y en las secuencias de aminoácidos que contienen la información genética con la cual el organismo patógeno produce la enfermedad. Las investigaciones se centran en mejorar las vacunas ya existentes para lograr respuestas inmunitarias más eficaces, buscar nuevas vías de administración, y unir varias vacunas en una única aplicación para reducir el número de inyecciones.

El primer exponente de vacunas recombinantes comercializada fue la vacuna contra la hepatitis B y en la actualidad se están desarrollando investigaciones en vacunas contra el virus del HPV (virus papiloma humano que genera verrugas genitales), la malaria (enfermedad que mata a casi 3 millones de personas por año), el citomegalovirus (que provoca un síndrome similar a la mononucleosis), la shigella (provoca diarrea), el herpes y enfermedades parasitarias como la toxoplasmosis. También se están probando vacunas contra el HIV (virus que causa el sida), y contra el cólera o el dengue, y varios tipos de cáncer.

Además del desarrollo de nuevas vacunas, se están estudiando otras vías de administración de las vacunas, como la nasal (a través de las mucosas) o intradérmicas (en la piel, aunque sin pinchazo). Otra opción de administración de vacunas muy interesante la constituyen aquellas que podrían ingerirse con los alimentos o “vacunas comestibles” (ver Cuaderno N° 71 y N° 74). El objetivo de estas investigaciones es desarrollar, mediante ingeniería genética, frutas o productos lácteos que sean iguales a

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



# El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 21

los productos que se consumen habitualmente excepto por una única diferencia: la presencia de una proteína capaz de iniciar la respuesta inmune en el organismo. De esta forma, cuando el alimento es ingerido, se confiere inmunidad contra determinados agentes patógenos específicos. Así, estos alimentos pueden emplearse como vacunas comestibles para seres humanos y animales. Se espera que dentro de un tiempo las papas, los tomates, las bananas, la lechuga y la espinaca puedan prevenir enfermedades como la diarrea infantil, la hepatitis B y E, el SIDA, la rabia y la fiebre aftosa, entre otras. Por el momento, la mayoría de las vacunas comestibles se encuentran en proceso de desarrollo y evaluación, por lo que se deberá esperar un tiempo para que estos productos se encuentren disponibles en el mercado.

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**





## ACTIVIDADES

### OBJETIVOS:

- Rever los conceptos introducidos en la sección teórica.
- Conocer cómo se aplican los conocimientos de biotecnología a la salud.
- Reflexionar acerca de las ventajas de la aplicación de proteínas recombinantes y otros productos biotecnológicos en la industria farmacológica.

### DESTINATARIOS Y CONCEPTOS RELACIONADOS :

El tema abordado en este cuaderno y las Actividades relacionadas se pueden aplicar a alumnos de EGB y de Polimodal. Es posible incluirlo al estudiar conceptos vinculados con: salud, higiene, transmisión de enfermedades, enfermedades infecciosas y enfermedades genéticas, sistema inmunológico, respuesta inmune, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, vacunación, antibióticos, biotecnología e ingeniería genética. En el nivel Polimodal es posible ampliar el tema de los microorganismos genéticamente modificados y vincularlo con otros temas tales como la estructura y función del ADN, síntesis de proteínas, técnicas de ingeniería genética (marcadores moleculares, PCR).

### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS:

El tema abordado en este cuaderno ofrece la posibilidad de estudiar las aplicaciones de la biotecnología a la industria y, en particular, su utilidad para la salud humana en una población en constante crecimiento y con las constantes demandas de fármacos que esta plantea.

Este tema ofrece la posibilidad de enseñar nociones básicas y fundamentales como salud y prevención, y comprender los beneficios que puede ofrecer la biotecnología en estos aspectos. Debido a que son temas que forman parte de la vida cotidiana de los alumnos, se sugiere indagar en las ideas previas que ellos tienen acerca de conceptos tales como **salud y enfermedad**. Por ejemplo, se sugiere inducir tanto con alumnos de EGB como con los de Polimodal, una discusión que habitualmente resulta muy interesante y enriquecedora referida a qué se considera “salud” y qué se considera “enfermedad”. Habitualmente se piensa que tener salud significa no estar enfermo. Sin embargo, la noción de salud es más amplia. Según la definición adoptada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1958, la salud es *“el completo bienestar*

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



físico, psíquico y social, y no sólo la ausencia de enfermedad o accidente". Es decir que una persona sana es aquella que se siente bien

físicamente, se relaciona de manera positiva con otras personas y puede desempeñar las tareas físicas y mentales, individuales y colectivas, que demanda la vida cotidiana. Es interesante indagar en las ideas de los alumnos acerca de la salud y la enfermedad a partir del planteo de situaciones como las siguientes:

- una persona diabética realiza el tratamiento adecuado y lleva una vida corriente, ¿dirían que es enferma o sana?
- Una persona sorda que estudia y trabaja, ¿es una persona enferma?
- Un niño en silla de ruedas que va a la escuela, estudia y juega, ¿es enfermo o sano?

La discusión suele ser muy rica, particularmente porque intervienen aspectos variados que involucran aspectos sociales, económicos y políticos. La discusión puede abarcar desde conceptos propios del tipo de enfermedad y su tratamiento, hasta aspectos vinculados con las posibilidades económicas de la persona, las facilidades o dificultades que ofrece la ciudad y su gente, y las políticas sanitarias que promueve el gobierno que hacen que una persona pueda desarrollar una vida "normal". Este es otro aspecto interesante: ¿a qué se considera "normal"? ¿Cuándo y dónde? Estas discusiones no necesariamente deben llevar a una única conclusión, sino que son enriquecedoras por sí mismas y por la diversidad de opiniones que pueden verter los alumnos en la clase.

Se sugiere aprovechar este tema para trabajar con los alumnos la concepción generalizada y equivocada que existe acerca de la función de los microorganismos. Habitualmente, se asocia a los microorganismos con las enfermedades. Sin embargo, es importante resaltar las funciones beneficiosas que desempeñan los microorganismos, y el aprovechamiento que el hombre hace de ellas. Por ejemplo, como descomponedores en el ecosistema, como productores de sustancias bactericidas, y su utilización en la industria alimenticia y farmacéutica, entre otras. Otro aspecto para trabajar se relaciona con el empleo de los antibióticos y el proceso de evolución. La adquisición de resistencia a los antibióticos es un ejemplo muy útil para interpretar el proceso de selección natural y diferenciarlo de la selección artificial.

Es interesante que los alumnos conozcan cómo fue el desarrollo de la primera vacuna contra la viruela realizada por el médico Jenner, el origen del término "vacuna" (de la "vaca") y comparen con los desarrollos actuales.

En los últimos años se ha reconocido la importancia de las proteínas y se ha avanzado en su estudio, hasta tal punto que existe una disciplina particular denominada

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**





proteómica que se ocupa de la identificación de las proteínas que sintetizan las células, su estructura y función. Uno de los principales objetivos de la proteómica se orienta a la fabricación de nuevos fármacos, específicos para determinadas enfermedades.

Otro de los aspectos que se puede destacar a partir de este tema es la importancia que

representa la interacción entre la actividad científica y la industrial; las ventajas de estas tecnologías desde el punto de vista de la producción al permitir obtener una proteína ajena al organismo, en grandes cantidades, fácil de purificar, y la ventaja que representa para la población la obtención de productos farmacológicos que podrían resultar más convenientes que los fármacos obtenidos por técnicas “tradicionales”.

## **Actividad 1. Repaso de conceptos**

Responder a las siguientes preguntas

1. ¿Cómo fue variando a lo largo del tiempo la relación entre el hombre y su salud? **Rta.** La “medicina” pasó de las creencias y prácticas religiosas y mágicas (que aún hoy se mantienen) hasta un mayor conocimiento del organismo y una intervención más detallada, basada en los componentes moleculares, la experimentación, la vacunación, el desarrollo de antibióticos, y las prácticas basadas en la ingeniería genética.
2. ¿Qué relación hay entre el desarrollo de la biología molecular, el estudio del genoma humano y las investigaciones en el área de la salud? **Rta:** con el advenimiento de la biotecnología moderna y el estudio del genoma humano se acelerará la identificación de los genes causantes de enfermedades. Esto facilitará el desarrollo de herramientas diagnósticas para detectar estas enfermedades, así como la producción de fármacos para tratarlas.
3. ¿Qué significa “ADN fingerprints” y cómo se relaciona con las huellas dactilares que habitualmente se emplean para reconocer a un individuo? **Rta.** Este concepto se refiere a la identidad molecular, más precisamente a la particularidad del ADN de un individuo que lo hace único y permite diferenciarlo del resto. En la actualidad se utilizan con este fin las huellas digitales que también difieren entre seres humanos, pero el análisis de ADN es más preciso y útil en determinados casos.
4. ¿Qué es la PCR y cómo se utiliza en el diagnóstico de enfermedades? **Rta:** la PCR (“Reacción en Cadena de la Polimerasa”) es una técnica que permite tener una gran cantidad de copias de un segmento de ADN determinado. Se utiliza, entre otras cosas, para detectar infecciones virales, bacterianas o fúngicas al copiar secuencias específicas de ADN de estos microorganismos infecciosos.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



5. ¿Cuáles son los sistemas en los que se producen actualmente las proteínas recombinantes? Dar algunos ejemplos de proteínas recombinantes producidas en estos sistemas. Rta: bacterias (E. coli), levaduras y cultivo de células de mamífero). Los ejemplos se encuentran detallados en la sección teórica y en el cuaderno N° 49.
6. ¿A qué se llama “Granja farmacológica”? Rta: se denominó “Granja farmacológica” a los animales de granja transgénicos (ovejas, vacas, cerdos, cabras, gallinas, conejos, etc.) utilizados como fábricas de productos farmacológicos recombinantes (por ejemplo, la producción de la hormona de crecimiento humana en la leche de terneras)
7. ¿Qué es un antibiótico y que aporta la biotecnología a su desarrollo? Rta: Los antibióticos son sustancias antimicrobianas (inhiben el crecimiento de otros microorganismos) y, originalmente, eran el producto del metabolismo secundario (se produce cuando el microorganismo deja de crecer) de hongos y bacterias. Como suelen generarse en concentraciones muy bajas, una vez elegidas las bacterias productoras, y utilizando técnicas biotecnológicas, se pueden mejorarlas en el laboratorio para que produzcan antibiótico en mayor cantidad.
8. ¿Qué es una vacuna? ¿Cuál es la diferencia entre las vacunas tradicionales y las recombinantes? Rta: Las vacunas son sustancias que, al ser administradas, otorgan inmunidad permanente contra algún agente patógeno específico. Las vacunas tradicionales son preparadas a base del agente que causa la enfermedad, pero en un estado no patogénico, en cambio, las vacunas recombinantes son producidas por ingeniería genética, basadas en la molécula de ADN y en las secuencias de aminoácidos que contienen la información genética con la cual el organismo patógeno produce la enfermedad.
9. ¿Qué es una vacuna comestible? Rta: es un alimento transgénico (yogur, frutas, hortalizas, etc) que contiene una proteína que, al ser ingerida, desencadena inmunidad contra alguna enfermedad específica.

## Actividad 2. Completar el texto

Se propone completar el texto con los siguientes términos:

***Hepatitis B, ADN, microorganismos, química, ingeniería genética, antibióticos, hormona de crecimiento humano, mutación, enfermedades***

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Desde que se descubrió la penicilina, la ..... ha desempeñado un papel de vital importancia en el tratamiento de las enfermedades humanas.

La penicilina, como muchos otros ....., son producidos naturalmente por ..... Para producirla en cantidades comerciales, se hace crecer a los

microorganismos en recipientes especiales para que se produzca el proceso de .....

Sin embargo, muchos de los antibióticos que el hombre requiere no se producen exactamente de la manera en que los necesitamos. En el pasado, los científicos debían esperar que ocurriera una..... (cambio en la secuencia de ADN) accidentalmente para obtener la versión ideal o debían utilizar técnicas de síntesis..... para poder modificar el producto natural.

En la actualidad, gracias a la ....., los científicos en ocasiones pueden alterar el ..... de microorganismos existentes para producir una gran cantidad de ..... con la estructura química deseada.

Actualmente también se produce una serie de otros productos farmacéuticos a partir de microorganismos modificados por la ingeniería genética, que incluyen por ejemplo, la..... y ..... (que se utilizan para el tratamiento de la diabetes y algunas formas de enanismo, respectivamente).

La biotecnología también puede ser de ayuda para el diagnóstico de..... y de trastornos..... y el desarrollo de vacunas, por ejemplo contra la.....

### Respuesta:

Desde que se descubrió la penicilina, la **biotecnología** ha desempeñado un papel de vital importancia en el tratamiento de las enfermedades humanas.

La penicilina, como muchos otros **antibióticos**, son producidos naturalmente por **microorganismos**. Para producirla en cantidades comerciales, se hace crecer a los microorganismos en recipientes especiales para que se produzca el proceso de **fermentación**.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Sin embargo, muchos de los antibióticos que el hombre requiere no se producen exactamente de la manera en que los necesitamos. En el pasado, los científicos debían esperar que ocurriera una **mutación** (cambio en la secuencia de ADN) accidentalmente para obtener la versión ideal o debían utilizar técnicas de síntesis **química** para poder modificar el producto natural.

En la actualidad, gracias a la **ingeniería genética**, los científicos en ocasiones pueden alterar el **ADN** de microorganismos existentes para producir una gran cantidad de **antibióticos** con la estructura química deseada.

Actualmente también se produce una serie de otros productos farmacéuticos a partir de microorganismos modificados por la ingeniería genética, que incluyen por ejemplo, la

**insulina humana** y **hormona de crecimiento humano** (que se utilizan para el tratamiento de la diabetes y algunas formas de enanismo, respectivamente).

La biotecnología también puede ser de ayuda para el diagnóstico de **enfermedades infecciosas** y de trastornos **hereditarios** y el desarrollo de vacunas, por ejemplo contra la **hepatitis B**.

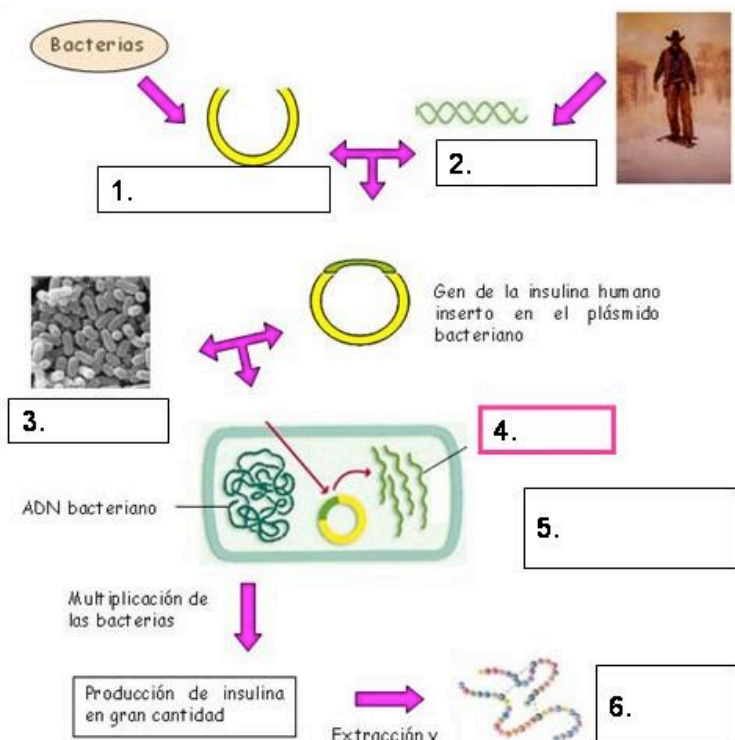
### Actividad 3. Completar esquema

#### Insulina recombinante

A los pacientes con diabetes se les debe inyectar insulina varias veces al día. En 1982 se autorizó la comercialización de insulina obtenida mediante ingeniería genética. Gracias a las nuevas técnicas, la insulina se fabrica ahora en grandes cantidades y está disponible para todas las personas.

1. Analizar la siguiente ilustración que muestra cómo se elabora la insulina recombinante y completar los cuadros en blanco con los siguientes términos (ver Cuaderno N°49):

*Escherichia plásmido bacteriano, gen de la humana, humana purificada, E. coli*



*coli, insulina, insulina insulina bacteria*

"El Cuaderno de... por el equipo p... está autorizada... pedagógico por

desarrollada... producción... te recurso



**Epígrafe:** Producción de insulina humana recombinante en bacterias *Escherichia coli*.

**Respuesta:**

1. plásmido bacteriano
2. gen de la insulina humana
3. *Escherichia coli*
4. insulina
5. bacteria *E. coli* recombinante
6. insulina humana purificada

2. ¿Cómo se obtenía insulina hasta hace poco tiempo, y qué ventaja ofrece la biotecnología moderna en este aspecto? Rta. Habitualmente se extraía y purificaba de cerdos o vacas. Debido a que presentaban pequeñas diferencias respecto de la proteína humana, podían generar en el receptor una respuesta inmunológica de rechazo que impedía el tratamiento de la enfermedad.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



## MATERIAL DE CONSULTA

1. “Producción de vacunas y compuestos farmacéuticos en plantas transgénicas”. Dr. Miguel A. Gómez Lims. México.  
[www.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/novdic/miguel.pdf](http://www.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/novdic/miguel.pdf)
2. “Las plantas como fábricas de moléculas”  
[www.e-campo.com/](http://www.e-campo.com/)
3. Documento sobre las vacunas de nueva generación  
[http://www.gen-es.org/02\\_cono/docs/VACUNAS.pdf](http://www.gen-es.org/02_cono/docs/VACUNAS.pdf)
4. “Cómo se modifica genéticamente una planta”. ArgenBio. Textos, imágenes y animaciones. <http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/10.php>
5. Biotecnología y nutrición.  
[www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/documentos/pdf/BiotecnologiayNutricion.pdf](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/documentos/pdf/BiotecnologiayNutricion.pdf)
6. Animaciones sobre transformación de plantas con *Agrobacterium tumefaciens* y bombardeo con micropartículas.  
<http://www.agriculture.purdue.edu/agbiotech/images/Genegun1.html>  
<http://www.agriculture.purdue.edu/agbiotech/images/leafdisk1.html>
7. Biotecnología y salud.  
[http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/s4/te\\_bioysalud.asp](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/s4/te_bioysalud.asp)
8. Página con contenidos y actividades relacionadas a la ingeniería genética. La sección “Práctica final”, incluye una simulación de la construcción de un ADN recombinante.  
<http://www.arrakis.es/~ibrabida/biologia.html>
9. Página con esquemas y simulaciones de la obtención de proteínas recombinantes y su aplicación en la salud  
<http://www.arrakis.es/~ibrabida/vigmedici.html>
10. Animales transgénicos. Unidad 11. Iniciativa Europea para la educación en biotecnología (EIBE). Es un sitio recomendado que aborda diversos temas de biotecnología. Algunas de las secciones, entre ellas la de animales transgénicos, están traducidas al español. Incluye información, aclaraciones para el docente, actividades, ilustraciones, análisis de casos, y otros recursos didácticos.  
<http://www.eibe.info/>

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.