

Profesoras: SANDRA OBLIGADO

Correo electrónico: sandraobligado@gmail.com

Estudiante: ..... curso y división: 5° ..... Fecha: .....

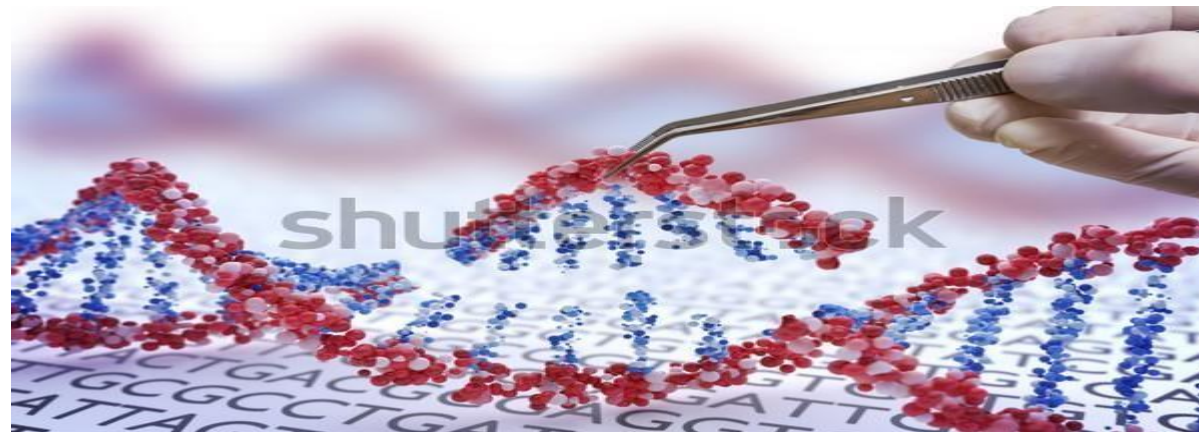
Criterios de aprobación:

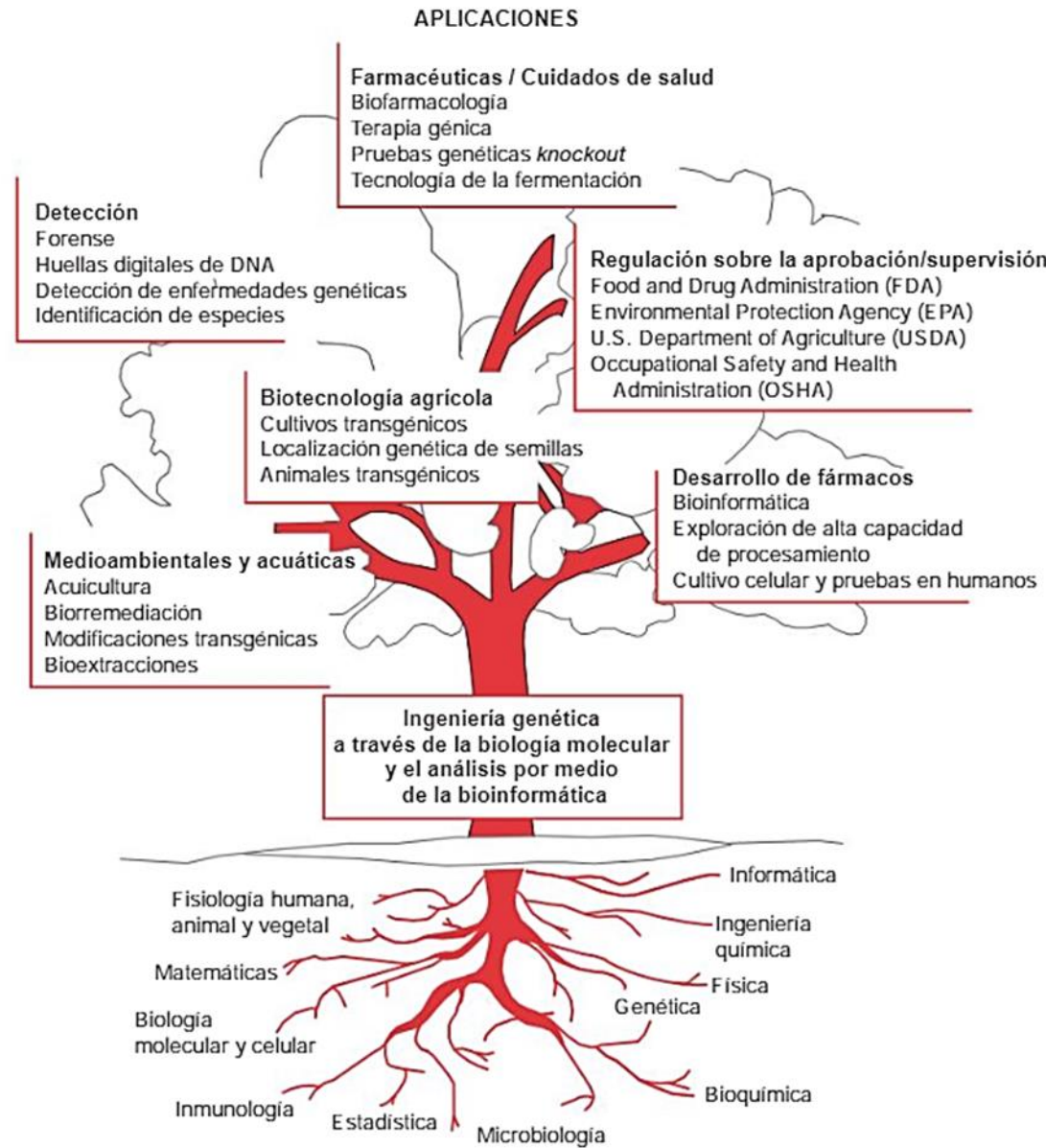
Realización de las actividades en tiempo y forma: escritura correcta y respetando las reglas de presentación.

No debe excederse del tiempo establecido por el profesor.

Las consultas se deben realizar por los medios y horarios acordados por el docente.

**Saberes: INTRODUCCIÓN A LA GENÉTICA- BIOÉTICA- BIOTECNOLOGÍA**





**Figura 1.3** **Árbol de la biotecnología: disciplinas que contribuyen en la biotecnología**  
 Las ciencias básicas son los fundamentos o «raíces» de todos los aspectos de la biotecnología. El enfoque central o el «tronco» de la mayoría de las aplicaciones biotecnológicas es la ingeniería genética. Las ramas del árbol representan diferentes organismos, tecnologías y aplicaciones que «brotan» de la ingeniería genética y la bioinformática, aspectos básicos de la mayoría de los acercamientos biotecnológicos. La regulación de la biotecnología depende de las agencias gubernamentales como la FDA, USDA, EPA y OSHA, cuyos objetivos y responsabilidades se definirán en el Capítulo 12.



## La selección artificial

A lo largo de la historia los seres humanos han elegido determinados atributos o propiedades de las especies que les resultaban de interés. La selección artificial es el procedimiento mediante el cual se eligen determinados ejemplares en función de sus características, y posteriormente se los reproduce entre sí por sucesivas generaciones. Veamos...

### Generalidades

La selección artificial es un procedimiento empleado por los seres humanos desde la Antigüedad, mediante el cual a partir de diversas técnicas se obtienen animales y plantas con determinadas características (FIG. 212).

Así el hombre selecciona los organismos que desea cruzar en función de sus características externas. Esta reproducción se realiza de manera sucesiva durante varias generaciones, con el propósito de obtener ejemplares con las características deseadas. De este modo, el ser humano orienta la evolución de las especies de acuerdo con sus necesidades.

Para explicar la evolución de las especies, Charles Darwin planteó el mecanismo de selección natural: si un organismo presenta características que le resultan más favorables en un determinado ambiente, tiene más posibilidades de subsistir que aquellos que no las poseen y, como consecuencia, deja mayor descendencia. En este mecanismo el ambiente ejerce una presión selectiva sobre la población de individuos mejor adaptados.

(FIG. 212) Las variedades de coles se lograron por selección artificial.



Una gran diferencia entre ambos mecanismos reside en el agente que influye selectivamente: en la selección artificial el ser humano es el que selecciona los especímenes individuales de plantas o animales a reproducir, mientras que en la selección natural el medio ambiente influye sobre la supervivencia de los organismos.

La selección artificial suele ser un motivo de debate en la sociedad, dado que tiene implicancias éticas como consecuencia de que el ser humano selecciona características y modifica así la selección natural (FIG. 213).

(FIG. 213)

El dogo argentino, obtenido luego de 25 años de cruzamientos, es la única raza autóctona de perros en Argentina. Fue desarrollada con el objetivo de conseguir perros aptos para la cacería.



### Tipos de selección artificial

La selección artificial permite que los cultivos y los animales domésticos obtenidos tengan ciertas características deseadas por el ser humano y que presenten determinada utilidad.

La selección artificial se puede clasificar en cuatro grupos en función de las características del proceso que se realiza. Estas son: consciente, inconsciente, positiva y negativa.

Aquella selección artificial que presenta una planificación previa se denomina consciente. En contraparte, la selección inconsciente se desarrolla sin la necesidad de un plan previo. Si la selección implica que un organismo se reproduzca y genere descendencia se denomina positiva, mientras que si lo impide se llama negativa.

#### Guía de estudio

1. Redacten un texto y desarrollen las diferencias y las similitudes entre la selección natural y la selección artificial.
2. Justifiquen si la siguiente frase les parece correcta: "Mediante la utilización de ciertas técnicas el hombre direcciona las características de las especies".
3. Mencionen ejemplos cercanos a su vida cotidiana de organismos seleccionados artificialmente.

## Palabras clave: selección natural, modificación naturaleza

## La biotecnología

La biotecnología es un conjunto de técnicas que aprovecha a los seres vivos para producir desarrollos tecnológicos. En la biotecnología moderna pueden modificarse genes de un organismo y transferirse a otro, lo que origina un organismo transgénico o genéticamente modificado. Se emplea en diversas industrias: agrícola, farmacéutica, alimentaria, textil, entre otras. Veamos...

### Definición e historia

La biotecnología es un conjunto de técnicas y procesos con los cuales se obtienen productos beneficiosos para el ser humano, a partir de la utilización de la "maquinaria biológica" o actividad metabólica de otros seres vivos.

La biotecnología no es una disciplina nueva, ya que se originó junto con culturas ancestrales hace más de 7.000 años. Estos pueblos utilizaban la fermentación para obtener alimentos o para uso medicinal. Aunque no tenían el conocimiento necesario para comprender los fundamentos, empleaban estas técnicas con fines utilitarios. La fermentación se basa en la utilización de microorganismos para la obtención de determinados alimentos. Dentro de los alimentos fermentados, los de mayor consumo en la actualidad son el pan, los lácteos como el queso y el yogur, y las bebidas alcohólicas, entre las que se encuentran la cerveza y el vino (FIG. 214).

Estas actividades realizadas desde hace muchos años, en la actualidad se consideran parte de la biotecnología tradicional. Por otro lado, las novedosas prácticas actuales comprenden la biotecnología moderna, que incluye varias disciplinas científicas, como la biología, genética, agronomía, ingeniería y veterinaria.

De este modo, la biotecnología moderna integró nuevos conocimientos sobre el funcionamiento de los seres vivos y así fue como los científicos comenzaron a dirigir sus investigaciones a nivel genético, es decir se orientaron en la búsqueda, modificación y transferencia de genes involucrados con alguna característica de interés.

A partir del siglo XX el conocimiento biológico se incrementó notablemente por medio del descubrimiento de los antibióticos y de la determinación de la estructura del ADN.

La elaboración de quesos se desarrolla por medio de técnicas biotecnológicas. La leche se emplea como materia prima junto con bacterias que influyen en la textura y el sabor del queso, ya que convierten los azúcares de la leche en ácido láctico (FIG. 215).



(FIG. 214) Los microorganismos que realizan la fermentación alcohólica son unicelulares y anaeróbicos.

(FIG. 215) Proceso de producción de queso





## Aplicaciones de la biotecnología

En la actualidad, la biotecnología es utilizada en áreas muy diversas: medioambiente, agropecuaria, alimentaria y farmacéutica.

- **Biología ambiental.** Es muy frecuente el uso de microorganismos para controlar los problemas de contaminación ambiental como la depuración de aguas residuales, la biorremediación para la limpieza de lugares contaminados, el tratamiento de residuos y la biodegradación de materiales [FIG. 216].

[FIG. 216]

El hongo *Pestalotiopsis microspora* se utiliza para la biorremediación, ya que es capaz de degradar plástico.



- **Biología agropecuaria.** La modificación genética tanto en plantas como en animales es de gran importancia en el rubro agropecuario. Se utiliza para generar plantas resistentes a insectos y a virus, y para realizar mejoras nutricionales de los alimentos que se cultivan, entre otras aplicaciones.

- **Biología alimentaria.** La fermentación es el proceso más desarrollado, que se lleva a cabo en bebidas alcohólicas, lácteos y panificación.

- **Biología farmacéutica.** Consiste en la producción de antibióticos, sueros y vacunas considerados de nueva generación. Un ejemplo de gran importancia es la modificación de las levaduras para la producción de la vacuna contra la hepatitis B. Además se destaca la obtención de proteínas recombinantes, como la insulina humana, a partir de bacterias modificadas genéticamente [FIG. 217]. Esta es una hormona que se produce naturalmente en el páncreas del ser humano. Cuando esta no se genera en cantidad suficiente, la persona padece de diabetes y como tratamiento debe inyectarse insulina externa. La primera insulina fabricada para uso humano se produjo en 1982, a partir de la extracción del gen de producción de insulina y su posterior introducción en bacterias.

[FIG. 217]

No todas las personas que sufren de diabetes deben inyectarse insulina. Los que no son insulino-dependientes pueden controlarlo con una dieta específica.

## Ventajas y riesgos de la biotecnología

Entre las principales ventajas de la utilización de la biotecnología se destaca el **incremento del rendimiento** en los cultivos, en cuanto a cantidad y calidad obtenidas. Esto se debe en parte al desarrollo de la tecnología para disminuir la pérdida por plagas, enfermedades o condiciones ambientales adversas.

Otro avance dentro de la industria alimenticia se da en la **ganadería**, actividad en donde se observa una mejora en las **características nutricionales de los alimentos**. Un ejemplo de ello es la leche, en la que se aumenta la composición proteica o se eliminan los componentes que pueden resultar nocivos para determinadas personas, como es el caso de los individuos intolerantes a la lactosa [FIG. 218].

Dentro de los **riesgos** generados a partir del uso de la biotecnología, se encuentran la **alteración del equilibrio de un ecosistema** y la **potencial transmisión de toxinas, virus o bacterias** que significarían un peligro para la salud del ser humano. Por lo tanto, es necesario un estricto control de los organismos estatales competentes.

[FIG. 218]

La intolerancia a la lactosa se produce cuando el intestino no genera la enzima lactasa en cantidad suficiente para degradar la lactosa, azúcar de la leche.



### Ciencia actual

#### Vacas transgénicas

En la Argentina, en el año 2003 se desarrolló una ternera obtenida por clonación y manipulación genética, capaz de producir en su leche la hormona de crecimiento humano. En la vaca la hormona humana no tiene efecto y se acumula en la leche, de modo que su obtención resulta sencilla y podría emplearse en distintas enfermedades humanas que presentan defectos en el crecimiento.

### Guía de estudio

1. ¿Cuál es la diferencia entre la biotecnología tradicional y la moderna?
2. Investiguen sobre cuáles de los productos que consumen habitualmente son producidos a partir de técnicas biotecnológicas.

## La ingeniería genética

La tecnología de ADN recombinante o ingeniería genética es una herramienta útil para la biotecnología, ya que permite estudiar los genes de un organismo y transferirlo a otro. De este modo se generan organismos genéticamente modificados. La clonación es la técnica que tiene como objetivo obtener individuos idénticos entre sí, denominados clones. Veamos...

### Definición y aplicación

El avance en el estudio de la información genética llevó a que científicos desarrollaran técnicas para manipular los genes con el objetivo de generar beneficios para la sociedad. La **ingeniería genética** es la tecnología del control y transferencia del ADN de un organismo a otro. Esto posibilita la corrección de defectos genéticos y la creación de nuevos individuos de los cuales obtener productos más eficientes.

La ingeniería genética aporta nuevas herramientas para hacer frente a ciertas enfermedades hereditarias o el cáncer, pero también introduce nuevos problemas, tanto técnicos como éticos. A medida que se fue incrementando el desarrollo de las técnicas de manipulación genética, han ido aumentando las críticas o los cuestionamientos éticos sobre su utilización. Por ello, en varios países se crearon comités para discutir el uso y la aplicación de estas técnicas, integrados por científicos y por representantes de distintos sectores de la sociedad.

El procedimiento que se debe llevar a cabo para aplicar técnicas de ingeniería genética comprende:

- Identificación de la posición que ocupa cada gen dentro de los cromosomas.
- Extracción del gen mediante la utilización de enzimas de restricción.
- Inserción del gen aislado en células de otros individuos denominados transgénicos, que pueden ser de la misma especie o distinta.

El primer experimento que incluyó técnicas de manipulación genética fue realizado en 1973 por Stanley Cohen y Herbert Boyer [FIG. 219], quienes transfirieron un gen de sapo a una bacteria.

[FIG. 219]

Previo al experimento del sapo, los investigadores demostraron que las bacterias podían convertirse en fábricas de proteínas.



Stanley Cohen



Herbert Boyer

Los organismos genéticamente modificados (OGM) son aquellos individuos cuyo material genético ha sido alterado por medio de técnicas de ingeniería genética.

Los OGM posibilitan la producción a gran escala de moléculas orgánicas como la insulina. A su vez, también se desarrollan modificaciones de las características propias del individuo transgénico, como es el caso de incrementar la resistencia al ataque de los insectos en plantas. En la actualidad, existe una gran variedad de organismos transgénicos en los distintos grupos (bacterias, hongos, plantas y animales). Uno de los alimentos transgénicos más reconocidos es la soja, aunque no es el único [FIG. 220].

[FIG. 220]

La soja transgénica es tolerante al glifosato, herbicida de amplio espectro que es absorbido a través de las hojas y no por las raíces.



### Clonación

El término **clon** deriva del griego y significa 'retoño o rama', y se emplea para hacer referencia a una copia exacta. La técnica de **clonación** se realiza para obtener nuevos individuos idénticos al progenitor a partir de una célula o del núcleo de una célula somática, es decir de cualquier célula del organismo excepto las sexuales.

Existen tres tipos de clonaciones en función del resultado buscado.

- **Clonación molecular.** Permite obtener múltiples copias de ADN mediante técnicas de biología molecular.
- **Clonación celular.** Es un proceso de multiplicación de células genéticamente idénticas.
- **Clonación de organismos completos.** Se generan plantas o animales idénticos, es decir que presentan la misma información genética.

Cada uno de estos tipos de clonación se realiza mediante distintos procedimientos.



<http://goo.gl/bOYwW0>

Escaneen el código QR y vean un video interactivo sobre la manipulación del ADN.

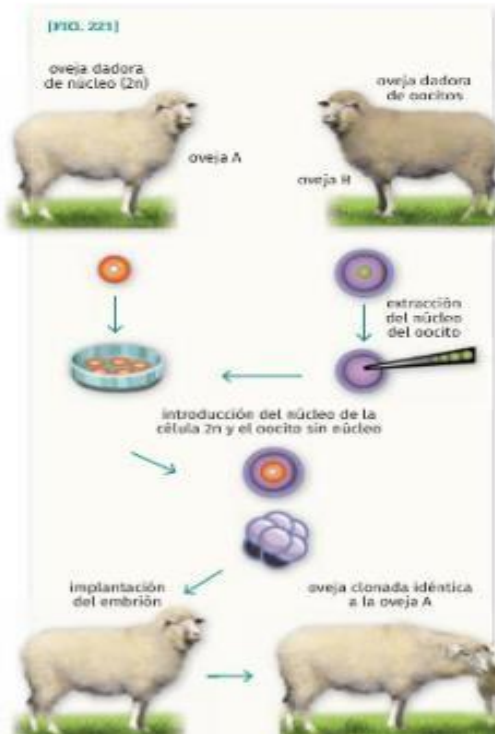


### Clonación en animales

La clonación en animales es una técnica mediante la cual se obtienen copias idénticas de un organismo por medio de la reproducción asexual.

La técnica de **transferencia nuclear** consiste en la introducción del núcleo de una célula somática del organismo donante en un oocito del cual se eliminó el material cromosómico. Así se obtiene un "embrión reconstituido", en el que el núcleo de la célula donante aporta la información genética. El individuo resultante es genéticamente idéntico a aquel que aportó el núcleo con el ADN.

Uno de los experimentos que generó gran impacto en la sociedad fue la creación de la **oveja Dolly**. En 1996, los escoceses *Keith Campbell* e *Ian Wilmut* obtuvieron el primer mamífero clonado a partir de un individuo adulto, al que llamaron Dolly (FIG. 221).



### Clonación en plantas

El objetivo de la selección artificial en plantas es obtener una población de organismos que presente una característica deseada. Por ello, una vez que se obtiene el vegetal con el carácter de interés, el siguiente paso consiste en realizar la **multiplicación**. Para esto se pueden utilizar los distintos órganos (hojas, tallos o raíces), debido a que las plantas están formadas por células vegetales que tienen la capacidad de transformarse en células especializadas de cualquier órgano. Como resultado de la replicación de las células vegetales se obtienen plantas hijas que son una copia fiel de la planta madre y se denominan **clones**.

La técnica más empleada es la **micropropagación** o propagación vegetativa *in vitro*, que permite clonar en corto tiempo un gran número de ejemplares. El primer paso es conseguir el fragmento de tejido a clonar, denominado **explanto**. A dicho fragmento se lo transfiere a un recipiente de vidrio con un medio de cultivo rico en nutrientes. Una vez que crece se lo retira del cultivo, se lo corta en varios fragmentos y a cada uno se lo ubica en un nuevo recipiente; allí se lo induce a cada fragmento a un tratamiento hormonal para que produzca raíces (FIG. 222).



**Guía de estudio**

1. ¿Qué diferencia hay entre un organismo transgénico y un clon?
2. Discutan acerca de por qué la clonación humana está cuestionada desde el punto de vista ético.

## Las nuevas técnicas en la medicina

El avance de la ciencia y la tecnología influye directamente sobre los tratamientos en medicina y así, novedosas técnicas mejoran la calidad de vida de las personas. La medicina regenerativa emplea células madre para regenerar tejidos. Además, se han perfeccionado intervenciones que posibilitan la concepción de hijos. La terapia génica contribuye a mejorar alteraciones genéticas. Veamos...

### Medicina regenerativa

La medicina regenerativa o la **Ingeniería de tejidos** es una rama de la medicina que permite la regeneración de algunos tejidos del cuerpo humano. Por medio de la combinación de células, métodos de ingeniería, bioquímica y fisicoquímica se mejoran o reemplazan funciones biológicas que se encuentran afectadas por lesiones, enfermedades o traumatismos en los tejidos.

De modo interdisciplinario, la medicina regenerativa incluye conceptos de distintas ramas como la biología y la robótica, con el objetivo de crear **sustitutos biológicos** que conserven, mejoren o restauren la función de órganos y tejidos.

En la actualidad, la medicina regenerativa no juega un papel predominante dentro de los tratamientos convencionales debido a que su costo es elevado y a que todavía se consideran experimentales.

En los últimos años se han realizado **implantes** de vejigas suplementarias, pequeñas arterias, injertos de piel y cartilago. No obstante, los tejidos de órganos más complejos como el corazón, pulmón o hígado aún no se encuentran listos para ser implantados en pacientes, aunque son de gran utilidad en la investigación, especialmente en el desarrollo de fármacos.

El avance de la tecnología permite que se lleven a cabo investigaciones sobre la generación de componentes anatómicos por medio de impresoras 3D.

Los científicos realizaron impresiones de estructuras del oído que corresponden a los músculos y huesos. Cuando se implantan, las estructuras maduran en tejidos funcionales y desarrollan vasos sanguíneos. En este sentido, los implantes actúan como **molde** para la regeneración de los propios tejidos del cuerpo.

Además, se están realizando investigaciones sobre prótesis desarrolladas a partir de impresoras 3D. Este avance permite reducir significativamente los costos de producción de estas extensiones artificiales.

### Células madre

Si bien la Ingeniería genética y la medicina regenerativa son disciplinas nombradas como sinónimos, existe una importante diferencia entre ellas.

La medicina regenerativa se basa en el estudio de las **células madre** (*stem cells*). Estas células se encuentran en todos los organismos pluricelulares y tienen la capacidad de dividirse por mitosis y diferenciarse en diversos tipos de células especializadas que integrarán los distintos tejidos (FIG. 223). Además pueden autorrenovarse y producir más células madre.



En el ser humano se han detectado células madre en **estadios tempranos embrionales**, en **tejidos fetales**, en el **cordón umbilical** y en la **placenta**. En el **hígado**, **piel** y **páncreas** también se ha detectado la capacidad de regeneración del órgano luego de una lesión.

Uno de los avances más importantes en el estudio de las células madre se alcanzó luego de que en el año 2006 un grupo de científicos logró obtener **células madre pluripotentes inducidas**, a las que denominaron **IPS**.

Con esta técnica se pueden obtener células madre a partir de células adultas ya diferenciadas por un proceso conocido como **desdiferenciación**, y así se logra evitar la manipulación de embriones.

## La reproducción humana y la tecnología

La tecnología aplicada a la medicina permitió numerosos avances asociados con el proceso de fertilidad. Las técnicas de fertilización asistida son muy variadas y se agrupan según su complejidad, en baja y alta. Algunos recursos tecnológicos empleados antes, durante y luego del proceso de parto son las ecografías, los estudios genéticos, las cesáreas, las incubadoras y la fototerapia. Veamos...

### Tecnología aplicada a la fecundación y fertilidad

En los últimos años, el avance en la tecnología facilitó en múltiples aspectos la vida cotidiana del ser humano. En el área de la medicina aplicada a la reproducción humana, se han producido importantes desarrollos para permitir la paternidad a aquellas parejas que por diversas razones no podían concebir.

Dentro de esta rama se pueden encontrar técnicas que permiten el proceso de fecundación y fertilidad vinculadas al cuidado y seguimiento del individuo en desarrollo.

En la actualidad, muchas parejas que eran consideradas estériles lograron concebir hijos por medio del avance de la ciencia y la tecnología en el campo de la fertilidad humana.

La infertilidad se clasifica en **infertilidad primaria** e **infertilidad secundaria**. En el primer caso, refiere a la incapacidad de una pareja de concebir un hijo luego de un período de un año de actividad sexual sin la utilización de métodos anticonceptivos.

La infertilidad secundaria está presente en parejas que han podido concebir al menos una vez, pero que luego no han podido concretar un embarazo.

Algunos de los factores involucrados en la infertilidad se resumen a continuación:

- deficiencia en la calidad o cantidad de espermatozoides en el semen;
- alteraciones en la erección;
- trastornos en la ovulación;
- bloqueo en las vías genitales que impiden la unión de las gametas;
- problemas en la implantación del cigoto;
- desequilibrios hormonales;
- trastornos autoinmunitarios;
- alteraciones en la maduración de los folículos y liberación de los oocitos.

Para estos casos en los que la fecundación, la implantación y el desarrollo del embrión no se logra de manera espontánea, se emplean técnicas de fecundación asistida. Estas técnicas son muy variadas y se reúnen en dos grandes grupos: de **baja** y de **alta complejidad** (FIG. 150).

[FIG. 150] Es posible reducir los embarazos múltiples generados por técnicas de fecundación asistida, haciendo un seguimiento de los folículos ováricos antes de la inseminación.



TÉCNICAS DE FECUNDACIÓN ASISTIDA			
BAJA COMPLEJIDAD		ALTA COMPLEJIDAD	
La unión entre el oocito y el espermatozoide se produce dentro de la trompa de Falopio.		La unión del oocito con el espermatozoide tiene lugar en el laboratorio. Se deben extraer previamente las células sexuales de los individuos.	
<b>ESTIMULACIÓN OVÁRICA</b>	<b>INSEMINACIÓN ARTIFICIAL O INTRAUTERINA (IIU)</b>	<b>FECUNDACIÓN IN VITRO (FIV)</b>	<b>INYECCIÓN DE UN ESPERMATOZOIDE DENTRO DE UN OOCITO (ICSI)</b>
Mediante la incorporación de hormonas se logra que la mujer genere varios oocitos a los 14 días del ciclo menstrual, para aumentar las probabilidades de lograr el embarazo.	Los espermatozoides (previamente estimulados) se depositan en el útero femenino cuando la mujer se encuentra próxima a la ovulación.	Mediante una punción se capturan los oocitos y se los incuban junto con los espermatozoides por 48 horas. Posteriormente, los embriones generados son transferidos a la cavidad uterina mediante un delgado catéter.	Este procedimiento consiste en la inyección de un único espermatozoide en el interior del oocito. Previamente se extraen las gametas de los progenitores. Una vez formados los embriones, son transferidos al útero.

## inseminación pluripotente artificial IPS regeneración

### Inseminación artificial

La **Inseminación artificial** es una técnica que consiste en la introducción de una muestra de espermatozoides seleccionados previamente en el interior del sistema reproductor femenino.

En la actualidad, este procedimiento se realiza con mayor frecuencia en los bovinos, en comparación con otros animales. Dentro de las ventajas que presenta se encuentran:

- Reducción de gastos en el mantenimiento de las instalaciones para los toros.
- Utilización al máximo de reproductores de alto valor genético.
- Elevada calidad de semen a bajo costo.
- Limitación de la propagación de enfermedades relacionadas con los órganos reproductivos.

La **Inseminación artificial** se encuentra dentro de las técnicas de fecundación asistida empleadas en el ser humano (FIG. 224). En ella los espermatozoides pueden provenir de la pareja o de un banco de semen y posteriormente son preparados en el laboratorio.

Para aumentar las probabilidades de embarazo, los ovarios son estimulados hormonalmente y se controla la ovulación para realizar la inseminación en el mejor momento. Generalmente se utiliza este método cuando los espermatozoides son escasos o tienen problemas de movilidad, y en los casos en los que se desconoce la causa de la infertilidad.

En Argentina, en junio de 2013 se aprobó la Ley Nº 26.862 o ley de fertilidad asistida, que establece que los servicios de salud deben incorporar las técnicas de fecundación asistida como prestaciones obligatorias.

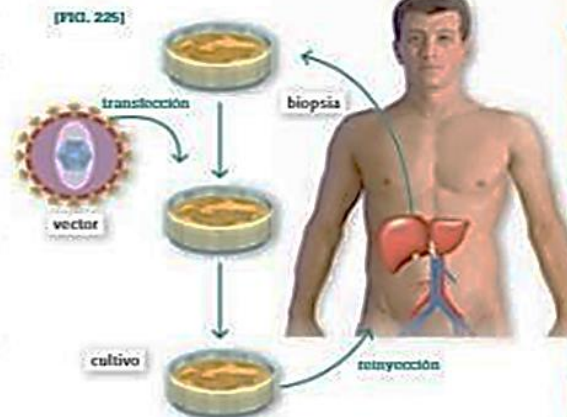


[FIG. 224] El procedimiento de inseminación artificial lo realiza un especialista mediante el empleo de una jeringa.

### Terapia génica

En los últimos años, la Ingeniería genética condujo al desarrollo de novedosos tratamientos que permitieron alterar el ADN de las células de individuos que padecen enfermedades genéticas.

La **terapia génica** es una técnica que intenta introducir copias adicionales sanas del gen que se encuentra alterado en las células del paciente y de este modo compensar la falta o el defecto en ese gen. La administración del material genético sano se realiza por medio de vectores, que consisten en virus modificados que actúan como vehículo para introducir el ADN en el interior del organismo (FIG. 225).



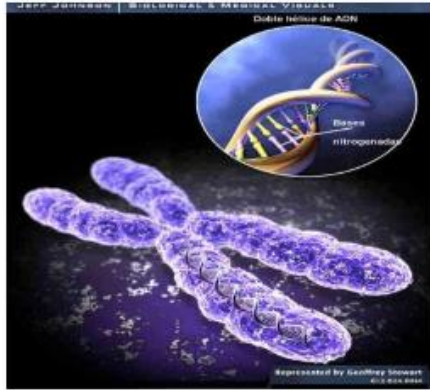
La **terapia génica** se caracteriza por emplear ADN para detener enfermedades neurodegenerativas, enfrentar infecciones virales, lentificar la progresión de un tumor y corregir enfermedades genéticas. Sin embargo, numerosas dificultades técnicas han retrasado los avances en la aplicación de esta terapia debido a la baja eficiencia de los métodos de administración del ADN en las células blanco, es decir las células afectadas por esta alteración genética.

#### Guía de estudio

1. ¿Cuál es el procedimiento de regeneración de tejidos a partir de la utilización de las células madre?

# Bioética en ingeniería genética

¿QUÉ ES LA BIOÉTICA?



**GENÉTICA** La bioética el estudio sistemático de la conducta humana en el ámbito de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, examinada a la luz de los valores y de los principios morales"

La ingeniería genética ha mejorado la busca de curas a distintas enfermedades que antes eran consideradas mortales e inclusive ha encontrado soluciones para enfermedades hereditarias, han avanzado tanto que en



cierto punto han dejado la bioética de un lado por la ambición de tener más avances científicos, algunos ejemplos de estos avances son:

### El proyecto del genoma humano:

Este busca determinar la secuencia de pares de bases químicas que componen el ADN e identificar y cartografiar los aproximadamente 20.000-25.000 genes del genoma humano desde un punto de vista físico y funcional, viéndolo desde el punto de vista bueno nos ayudaría para eliminar las anomalías del ADN haciendo que las personas no sufrieran enfermedades que están en su ADN, las personas tendrían una mejor calidad de vida pero La detección de un gen anómalo puede dar lugar a estigmatización, se pueden identificar personas sanas portadoras de factores genéticos que predispongan o causen en el futuro determinadas enfermedades, si todos decidieran analizar sus genes no tendríamos estos factores lo que nos convertiría en seres humanos de "cristal"



ación comercial de algodón GM resistente a los y otros cultivos como soja tolerante a acida. El maíz Bt, resistente a insectos sale en al mercado.

1996  
NOM 056-FITO-1995. Primera regulación nacional con los requisitos para el movimiento interestatal, importación y establecimiento de pruebas de campo con OGMs. Total de solicitudes atendidas con este instrumento normativo: 304



1998  
Se establece la moratoria de facto para la siembra experimental de maíz genéticamente modificado en México.

### Fecundación in vitro y transferencia de embriones (FIVET)

es un proceso en el cual la fecundación de los ovocitos por los espermatozoides se realiza fuera del cuerpo de la madre en un laboratorio , y la transferencia de embriones; en la cual los embriones son recolectados de una mujer donante y son transferidos a una mujer receptora(esta normalmente es la madre, la cual tiene problemas para poder llevar un embarazo con éxito ya que sus óvulos tiene alguna falla genética y no pueden llevar acabo el embarazo), que sirve como madre sustituta durante la gestación. Viendo estos dos desde el punto de vista bueno ayuda a las madres que tiene complicaciones a llevar un embarazo con éxito, uno de los dilemas que encontramos es

que cuando el esperma o el ovulo es agarrado de un donador la familia puede elegir al donador, puede elegir sus características en cuanto a la salud, capacidad física o intelectual; partiendo de esto surgen varias interrogantes, ¿Quién es el padre? El esposo o el donante del esperma y ¿Quién es la madre? La donante del óvulo, la integrante de la pareja o la



persona que facilitó la matriz para la gestación

Algunos avances no son malos, si no que han tenido un mal propósito o entran en gran conflicto con la bioética estos avances han sobrepasado a su regulación legal y ética, y los científicos han olvidado el verdadero beneficio, riesgos y posibles efectos perjudiciales de su aplicación en el ser humano, un gran ejemplo es la investigación genética ya que No es aceptable realizar investigación en los embriones sobrantes, se debe respetar su dignidad como seres humanos con todo el potencial genético para su desarrollo integral. Todos los avances serian buenos si simplemente no se olvidara que somos humanos y no somos perfectos, si llegáramos a ser perfectos ¿seguiríamos siendo humanos?



Academia Nacional de Medicina de México, [2002]. Bioética en ingeniería genética. 10/11/10. de Academia Nacional de Medicina de México-Ciudad de México. web: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2002/gm021a.pdf>



¿Qué son los organismos genéticamente modificados (OGMs) o transgénicos?

<https://www.youtube.com/watch?v=WbhfHQ23VtA>

**Biología/Ciencia/Bioética** Son organismos vivos cuyas características han sido cambiadas, usando técnicas modernas en laboratorios especializados, para introducir genes que proceden de otras u la misma especie. Estas técnicas permiten separar, modificar y transferir partes del ADN de un ser vivo (bacteria, virus, vegetal, animal o humano) para introducirlo en el otro.

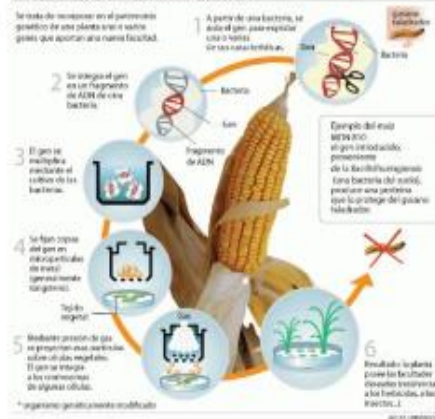
¿Para qué se crean los transgénicos?

Con el desarrollo de la ingeniería genética, se puede lograr que diversos organismos tengan nuevas características o propiedades que no tenían. Por ejemplo:



PLANTAS (algodón, trigo, soya, arroz, maíz, alfalfa)	ANIMALES (peces, ratones, mosquitos)	MICROORGANISMOS Y VIRUS
Resistencia a plagas y virus Resistencia a virus	Resistencia a virus y a enfermedades	Producción de hormonas como la insulina
Tolerancia a herbicidas	Impedir transmisión de enfermedades	Descomponer contaminantes
Adaptación a ambientes externos	Crecimiento más rápido	Terapia génica
Mejoras alimenticias	Entender cómo funcionan los genes	Producción de fármacos y vacunas

### Cómo se fabrican los OGM\*



¿Los transgénicos: son buenos o son malos?

Hasta la fecha ninguno de los OGMs que se consumen han generado problemas de salud. Para el medio ambiente diferentes organizaciones han reconocido que la aplicación de la biotecnología moderna puede contribuir al desarrollo sustentable y/a resolver los retos del cambio climático. Pero se debe evaluar su uso para evitar y mitigar riesgos.

## ...revisión final.

• Lean el siguiente texto y resuelvan las actividades.

Una profesora de biología decidió llevar a sus alumnos a una excursión: una visita guiada a un tambo lechero en la provincia de Entre Ríos. Una vez que llegaron a destino los recibió uno de los propietarios, quien les explicó que un tambo es un establecimiento de ganado destinado al ordeño, a la producción y a la venta de leche. Posteriormente, les comentó que además de vender la leche que ellos producen también la utilizan para la producción de los derivados lácteos, como el yogur y el queso.

1. Determinen si las siguientes oraciones son V (verdaderas) o F (falsas).

- a. Los derivados lácteos son alimentos genéticamente modificados.
- b. El queso se obtiene mediante la técnica de fermentación.
- c. En todos los casos las vacas que producen la leche son clones.
- d. La leche es un producto de la biotecnología tradicional.

2. Marquen con un ✓ la/s opción/es correcta/s. Si las vacas, que son producto de la inseminación artificial, se alimentasen de forrajes y granos modificados genéticamente para ser resistentes a los insecticidas...

- a. las vacas y las plantas serían clones.
- b. las vacas serían animales transgénicos.
- c. las plantas serían organismos híbridos.
- d. las plantas serían transgénicas.
- e. las plantas se denominarían clones e híbridos.

3. Unan con flechas las definiciones con los conceptos de manera que resulten correctos.

biotecnología	Técnica de manipulación en la que se cruzan dos organismos en función de sus características fenotípicas.
selección artificial	Conjunto de técnicas mediante la cual se modifican los genes de un organismo y se transfieren a otro.

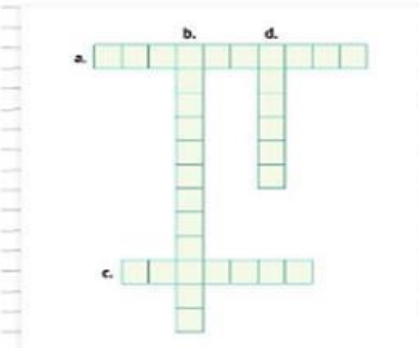
4. Subrayen la o las opciones adecuadas para que el texto quede correcto.

El dueño del tambo les comentó a los chicos que las vacas fueron modificadas (*genéticamente / fenotípicamente*) para así obtener mejor calidad de leche. En consecuencia, las vacas son (*organismos transgénicos / clones*). En cambio, si las vacas fuesen copias exactas entre sí se denominarían (*organismos transgénicos / clones*). Sin embargo, ambos tipos de organismos tienen en común que son consecuencia de la (*biotecnología / inseminación artificial*).

5. Determinen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).

- a. Una célula madre tiene la capacidad de diferenciarse en cualquier célula especializada.
- b. La micropropagación es una técnica empleada en la clonación de animales.

6. Completen el siguiente acróstico teniendo en cuenta las referencias.



- a. Tipo de selección direccionada por el ser humano.
- b. Inserción de semen en el sistema reproductor femenino.
- c. División nuclear mediante la cual se obtienen cuatro células hijas haploides.
- d. Organismos genéticamente idénticos.

## Animales en la ciencia

¿Cuál es el impacto? <https://www.youtube.com/watch?v=ooSvrfNK0sM>

**Bioética** La Declaración de Helsinki considera que la investigación clínica en seres humanos debe estar basada en pruebas de laboratorio adecuadamente realizadas y en experimentación con animales. Muchas de las investigaciones actuales con animales tienen que ver con el desarrollo de la biotecnología y la posibilidad de patentar formas de vida.

### Modelos animales en investigación biomédica

Las ventajas de los modelos animales radican en ser sistemas más simples que el humano. El desarrollo de una nueva medicina es un proceso largo y complejo. Para cumplir con los requisitos de las regulaciones se debe demostrar que un procedimiento posee un nivel aceptable de seguridad en animales y entonces medir la biodisponibilidad

La evaluación de la seguridad se realiza mediante el análisis de toxicidad en órganos y tejidos, con énfasis en el aparato reproductor si más aún se tiene la intención de administrar el producto posteriormente en mujeres en edad reproductiva. Los resultados de pruebas en animales se usan para decidir si los probables efectos beneficiosos del procedimiento a estudiar superan los riesgos de efectos secundarios adversos tóxicos y para establecer una dosis segura de uso en ensayos clínicos con seres humanos.



Los estudios de biodisponibilidad incluyen:

- 1) la medida de absorción que estudia las rutas de administración, dosis, efectos de la ingesta alimenticia, porcentaje de absorción y el efecto del paso por el hígado.
- 2) La distribución en los tejidos, la acumulación en el suero, el líquido cefalorraquídeo, orina y bilis.
- 3) El metabolismo.
- 4) La excreción en cantidades y rutas.



### Cuidado de los animales de experimentación

La fase de estudios en animales requiere procedimientos estandarizados a nivel internacional, lo cual exige tener bioterios acreditados

Los bioterios deben de mantener una calidad genética y microbiana definida, según el animal con el que trabajen, para evitar zoonosis (enfermedad transmisible del animal al hombre) y regular el apareamiento para evitar variabilidad no controlada y así disminuir el número necesario de animales que se necesita.

Las Pautas Éticas Internacionales del Consejo Internacional de Organizaciones Médicas (CIOM) para Investigación Biomédica con Animales señalan los criterios éticos que deben seguirse en el manejo y

cuidado de animales para experimentación. Tienen su base en el principio de las 3R formulado por William Russell y Rex Burch en 1959. Las 3R significan reemplazo, reducción y refinamiento.

### Reemplazo de animales conscientes por animales inconscientes o materiales no sensibles.

Son alternativas de reemplazo: uso de técnicas físicas y químicas y predicciones basadas en las propiedades físicas de las moléculas, uso de modelos matemáticos y de computación, de organismos inferiores como invertebrados

o microorganismos, de organismos muertos, de estados primarios de desarrollo, de métodos in vitro (fracciones subcelulares, fracciones de tejidos, suspensiones celulares, órganos, cultivos celulares, incluyendo células humanas)



Un bioterio es el lugar físico donde se alojan, crían y utilizan animales de laboratorio, el animal de experimentación más usado es el ratón

**Reducción del número de animales sin disminución de la precisión, refinamiento de las técnicas para reducir el dolor y las molestias.**

Se debe considerar los siguientes aspectos:

- Cuidado y bienestar animal para evitar molestias innecesarias.
- Destrezas y capacitación del personal para dar el tratamiento adecuado a los animales de experimentación.
- Perfeccionamiento de métodos para detectar dolor.
- Uso de anestésicos, analgésicos y tranquilizantes para disminuir el dolor.
- Uso de técnicas no invasivas o telemétricas para evitar dolor y molestias.
- Uso de radiografía (tomografías) para detectar tumores o deterioro orgánico interior.
- Aplicar eutanasia anticipada o finalización del procedimiento doloroso (llamado punto final) para evitar la prolongación de sufrimiento.

**Anestesia y eutanasia en animales**

Los objetivos de la anestesia son:

- ⌘ Facilitar la manipulación del animal o la realización de procedimientos quirúrgicos o dolorosos



- ⌘ Proporcionar un trato humanitario a los animales, reduciendo al mínimo el sufrimiento asociado a dicha manipulación y evitando situaciones dolorosas, de angustia o ansiedad.
- ⌘ Reducir al mínimo las consecuencias negativas de la cirugía sobre la fisiología del animal.
- ⌘ Evaluar si se permite la realización de investigaciones que no podrían realizarse con el animal consciente.

Existen leyes que regulan la experimentación con animales



**Modificaciones genéticas en animales experimentales**

Existen diferentes técnicas de incorporación de ADN externo en animales, la más común consiste en la inyección de transgenes (genes transferidos) en el pronúcleo de un cigoto. También se usa como método el transferir genes dirigidos hacia un blanco en un gen huésped, lo que tiene interés en técnicas de terapia reparativa. Otras técnicas consisten en la producción de transgénicos usando como vectores retrovirus (se introduce en cromosomas de células en división) y lentivirus (se introduce en células que no se están dividiendo), la inactivación de genes in vivo mediante la inducción de mutaciones y la inyección en espermatozoides

**Preocupaciones éticas por el uso de animales experimentales**

El uso de animales como modelos de enfermedades humanas se ha criticado justamente por no poder representar completamente la condición humana y obligarles a padecer condiciones deteriorantes hasta finalizar el estudio. Las pruebas de toxicidad pueden llegar a ser muy crueles pues se evalúa la toxicidad

aumentando la dosis hasta producir la muerte del 50% de los animales

**Reflexión bioética**

Se justifica el uso de los animales para experimentación científica por tener como fin el uso en alimentación, salvar vidas mediante terapia y liberar de sufrimiento a seres humanos, pero dicho uso impone al ser humano la responsabilidad moral de respetar al animal, no haciéndole sufrir innecesariamente, al estar trabajando con seres vivos con capacidad de sentir. Por otra parte, para algunos bioeticistas la modificación genética en animales es inmoral en sí misma por afectar al valor intrínseco de los seres vivos.



Resúmenes, 4 (septiembre 2022): DERECHOS ÉTICOS DE LA MANIPULACIÓN SANITARIA Y LA REVISIÓN CON ANIMALES, Noviembre 24, 2022, de <http://resumenes.com/tema/2022/documento/etica.pdf>

## ERRORES MÉDICOS

¿QUÉ ES UN ERROR MÉDICO?

<https://www.youtube.com/watch?v=mjlgWwj9l9Q&t=370s>

**Bioética.** El error médico abarca desde el problema aislado de un profesional hasta el error sanitario que incluye a más profesionales e incluso al propio sistema. En líneas generales, los errores médicos se pueden clasificar como errores en el proceso (en el diagnóstico o en la indicación del tratamiento) y errores técnicos (en la actuación sobre el propio paciente: técnica intervencionista diagnóstica o terapéutica, intervención quirúrgica, etc.). Una versión clásica define el error médico como un hecho que no se pretendía realizar (e incluye tanto la acción como la omisión, es decir, tanto lo que se hace como lo que se deja de hacer) o que no ha alcanzado el fin que pretendía.

• **¿SE CONSIDERA ERROR MÉDICO SIEMPRE CUANDO NO SE CONSIGUEN LOS OBJETIVOS?**

La medicina **tiene un compromiso de medios, no de fines**: no se pueden garantizar los resultados pero sí que se deben poner los medios adecuados para conseguirlos. Cuando no se consiguen los resultados esperados se puede pensar que ha habido un error médico que se podía haber evitado o prevenido si el diseño o la ejecución hubieran sido apropiados. En este campo se da la paradoja de que "las cosas pueden ir mal" (y no alcanzar los resultados esperados) después de "hacer las cosas bien" (es decir, tras seguir las medidas de prudencia recomendadas y los métodos y



protocolos estandarizados). Este "hacer las cosas bien" no siempre es un concepto unívoco ya que ante una misma situación la medicina puede aceptar como válidas varias posibilidades; no existiría el concepto de medicina individualizada o personalizada si no se aceptaran más de una alternativa en función de las circunstancias de una situación concreta.

Una división pragmática de los efectos adversos de la práctica médica puede incluir tres categorías:

• Efectos adversos evitables con una buena práctica habitual. Son los efectos y las situaciones que no deberían aparecer si se mantienen unos estándares de control y de interés. La presencia de este tipo de errores se suele asociar a mala praxis por desconocimiento, descuido o negligencia.

• Efectos adversos evitables mediante un sistema de control estricto y exigente. Estos suelen tener un origen institucional. Los desajustes, las rutinas, la ausencia de sistemas de seguridad y de control, la ausencia de un responsable definido, la falta de revisión externa... llevan a que pueda arrastrarse un desajuste y, con él, un riesgo mantenido sin que nadie lo advierta y lo corrija.

• Efectos adversos inevitables. Efectos secundarios inesperados de carácter idiosincrásico. No existe un sistema perfecto que evite los errores al cien por cien. Las



personas somos limitadas y los sistemas que creamos también lo son. Dicho de otro modo: siempre habrá errores, aunque nuestro compromiso es que sean mínimos tanto en incidencia como en impacto.

• **¿SON FRECUENTES LOS ERRORES MÉDICOS?**

Se sugiere que de promedio aparece al menos un error evidenciable (la mitad de ellos moderados o severos) **por cada 100 días de ingreso o uno por cada mes de trabajo en la consulta de un médico**. Se describen efectos adversos hasta en el 4% al 10% de los ingresos hospitalarios, distribuidos casi a partes iguales, entre los de origen farmacológico, los debidos a infecciones y los que se originan como consecuencia de procedimientos técnicos. En estudios de imagen se describe una tasa de errores diagnósticos de hasta el 15%. Todo ello supone que hasta el 6% de los fallecimientos podría haberse evitado haber actuado de otro modo. Sin embargo, este dato no tiene tanta repercusión en supervivencia global ya que el pronóstico por el propio proceso de base de la mayoría de los enfermos que padecen estas situaciones es muy limitado; la expectativa de supervivencia inicial suele ser muy breve limitada antes de haber los sufrido errores o las incidencias debidas al acto médico. Por otra parte, menos del 2% de las negligencias acaban en proceso judicial. **De cada 100 actos médicos (errores o no) que generan reclamaciones legales en el ámbito anglosajón, 70 llegan a juicio y menos de diez las gana el paciente.**

• **¿QUÉ TIPOS DE ERRORES MÉDICOS SE COMETEN?**



• Errores en el diagnóstico

- Hay un exceso de confianza en la primera impresión. Se presume una certeza que no admite dudas y se desprecia el diagnóstico diferencial como una mera formalidad académica, inútil y ajena la experiencia cotidiana.
- A la experiencia clínica previa se le da un valor absoluto o, cuando menos, preeminente.
- Se hace una valoración excesiva de un dato parcial (signo, síntoma, estudio de imagen, dato de laboratorio) que no es patognomónico.
- Es imposible prever y contextualizar las situaciones porque se desconoce la historia natural de la enfermedad o, a la inversa, hay una confianza excesiva en que el proceso debe seguir matemáticamente su historia natural.
- Hay un exceso de confianza en la relación entre el modelo fisiopatológico y la realidad.
- Se emplea el argumento de autoridad con lo que se siguen las indicaciones del más sabio, del más experto o del que posee un grado académico superior.
- Desconocimiento de la incertidumbre propia de numerosas patologías psiquiátricas en que la falta de concordancia en el diagnóstico es más relevante: depresión, personalidad limítrofe, daño post-traumático, trastorno antisocial, trastorno mixto de ansiedad-depresión, entre otros.

# Terapia génica en la ficción

## TERAPIA GÉNICA

Aunque esta terapia considera la transferencia de ADN de un organismo a otro con fines terapéuticos, su uso para potenciar el organismo con otros fines es factible. Así se realiza:

**1** Se modifica el ADN para potenciar el gen que se desea destacar.

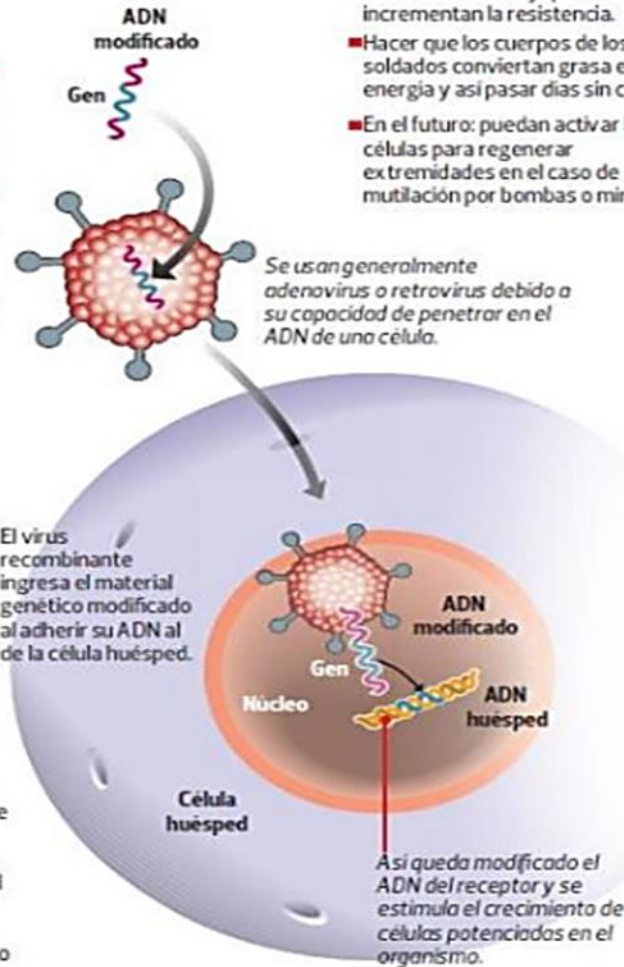
Se han identificado más de 200 genes que afectan la fuerza, la resistencia y la rapidez.

**2** Ese ADN modificado se implanta en un virus (vector o medio de transporte), al que se le quita la zona encargada de su reproducción.

**3** El virus recombinante ingresa el material genético modificado al adherir su ADN al de la célula huésped.

Este procedimiento se puede hacer **ex vivo** (dentro del mismo cuerpo humano) o **in vivo** (cultivando células en el laboratorio que después se insertan en el paciente). El primero es más efectivo pero más caro.

INFOGRAFÍA: REMS MIRANDA



## QUE SE BUSCA

- Aumentar las fibras musculares de contracción lenta que se ubican en los músculos cardiovasculares y que incrementan la resistencia.
- Hacer que los cuerpos de los soldados conviertan grasa en energía y así pasar días sin comer.
- En el futuro: puedan activar las células para regenerar extremidades en el caso de mutilación por bombas o minas.

Se usan generalmente adenovirus o retrovirus debido a su capacidad de penetrar en el ADN de una célula.

## EL RESULTADO ▶

El Capitán América no posee ningún superpoder sino que tiene realizadas sus habilidades naturales. Eso unido a la tecnología de la agencia S.H.I.E.L.D. lo convierten en un soldado formidable.

## ESCUDO

Hecho de aleación de vibranium\*. Ligerero pero indestructible. Puede absorber sonido y energía cinética.

## TRAJE

Mezcla de fibras de kevlar y nomex. Le permite ser más ágil y flexible en combate.

\*Metaficción del universo Marvel.



## ADN y Abuelas de Plaza de Mayo

En 1976, el golpe de estado al mando del teniente Jorge Rafael Videla derrocó el gobierno de María Estela Martínez de Perón. El terrorismo de Estado ejercido por los militares hasta 1983 provocó que miles de opositores y disidentes políticos resultaran exiliados, desaparecidos, torturados y asesinados.

En ese contexto 30.000 personas fueron secuestradas y retenidas en centros clandestinos, donde cientos de mujeres embarazadas fueron torturadas y forzadas a dar a luz en condiciones inhumanas. Los bebés recién nacidos fueron apropiados por los represores y muchos de ellos, hoy adultos, todavía desconocen su verdadera identidad.

En 1977, plena dictadura militar, fue creada la organización Abuelas de Plaza de Mayo, que agrupaba a aquellas abuelas, madres de desaparecidos, que buscaban a sus nietos secuestrados por los militares.

En 1979, las Abuelas de Plaza de Mayo leyeron en el diario una noticia que explicaba que un hombre había sido sometido a un estudio con el fin de determinar si era o no el padre de un niño. A partir de esta noticia, las abuelas se esperanzaron con la posible utilización de la genética para *identificar a los nietos desaparecidos*.

Así, viajaron por numerosos destinos internacionales en busca de científicos que pudieran ayudarlas, ya que las técnicas desarrolladas hasta el momento requerían del material genético de los padres.

En 1982 visitaron en Washington la Comisión Internacional de Derechos Humanos y luego se pusieron en contacto con un médico genetista argentino exiliado en Nueva York, **Victor Penchaszadeh** (FIG. 195). El científico les explicó que la ciencia podía ayudarlas, pero al ser un caso inédito en el mundo todavía no se contaba con el conocimiento necesario para hacer un análisis de parentesco entre nietos y abuelos. Por ello, el genetista argentino contactó a las abuelas con los científicos **Mary Claire King** y **Cristián Orrigo** que colaboraron en el desarrollo del índice de abuelidad.

[FIG. 195] El Dr. Penchaszadeh jugó un papel central en la creación del Banco Nacional de Datos Genéticos.



El ADN es la molécula hereditaria que se transmite de padres a hijos. Este se encuentra en el núcleo de todas las células y contiene la información para todas las características de un individuo. Sin embargo, dentro de las células existen organelas que poseen material genético: las mitocondrias. El ADN mitocondrial se transmite por la línea materna, ya que el oocito aporta las organelas en la formación del cigoto. Entonces, a diferencia del ADN nuclear, que es una combinación del ADN de los cuatro abuelos, el ADN mitocondrial se hereda de la madre, y esta lo hereda de la suya, es decir de la abuela materna.

A mediados de los años 80, las abuelas impulsaron la creación de un banco para almacenar sus perfiles genéticos y garantizar la identificación de sus nietos.

En 1987, los integrantes del Congreso de la Nación votaron de manera unánime la ley de creación del Banco Nacional de Datos Genéticos (BNDG), que funciona en dependencias del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina. En él se almacena una gran cantidad de material genético de las familias que denunciaron la desaparición de niños. Las muestras de los familiares de víctimas de la última dictadura serán guardadas hasta el año 2050. Sin embargo, las abuelas apuestan a una mejora del análisis que permita a los bisnietos poder recuperar su identidad, en el caso de que sus padres no lo hayan hecho (FIG. 196).

Este avance en la genética no solo fue una herramienta esencial para las Abuelas de Plaza de Mayo, sino que también fue utilizado en países como Croacia y Etiopía con el objetivo de determinar la identidad de personas asesinadas en los genocidios ocurridos en esos países.



[FIG. 196] La identidad es un derecho y todavía faltan cientos de personas que desconocen sus orígenes.



<https://goo.gl/790NIM>  
Escaneen el código QR para ver el programa 99,99 % La ciencia de las Abuelas.

### Comprende

1. ¿En qué se basó Morgan para determinar que el gen que define el color de los ojos se encuentra en el cromosoma X?
2. ¿Qué contribuciones a la ciencia impulsaron las Abuelas de Plaza de Mayo?

# Experiencia en acción y...

## El ADN de una cebolla

Como se desarrolló en el capítulo, todos los seres vivos presentan ADN en sus células. En aquellos que son eucariotas este ADN se encuentra encerrado en el núcleo. Si siguen el procedimiento del siguiente experimento, podrán extraer el ADN de una verdura cotidiana como la cebolla.

### Materiales

- Colador pequeño
- Licuadora de mano
- Una cebolla
- Un cuchillo
- Agua destilada
- Jugo de ananá
- Sal
- Tres vasos de vidrio
- Una varilla de vidrio
- Alcohol doméstico



### Procedimiento

- a. Corten el centro de la cebolla en cuadraditos. Para eso, primero deben cortar los laterales.
- b. Viertan el agua destilada en el vaso hasta cubrir un tercio de su volumen. Luego, agreguen una cucharada de sal y tres cucharadas de detergente.
- c. Rellenen el espacio restante con agua destilada. Tengan cuidado de que no se vueleque.
- d. En el otro vaso coloquen las cebollas cortadas y la mezcla que recién prepararon.
- e. Trituren con la licuadora o procesadora de mano por 30 segundos.
- f. Cuelen la mezcla en el tercer vaso y agréguele tres cucharadas de jugo.
- g. Inclínen el tercer vaso y viertan una cantidad de alcohol equivalente a la que presenta el vaso. Tengan en cuenta que el alcohol no debe mezclarse con la preparación anterior, por lo que debe ir pegado a la pared.
- h. Dejen reposar unos minutos.

### Observaciones y conclusiones

1. Una vez pasado el tiempo de reposo, podrán observar que ascendieron hebras de un color blanquecino que podrán tomar con la varilla de vidrio. ¿Se les ocurre qué podrá ser? ¿Será idéntico en todas las plantas de cebolla?
2. ¿Qué función cumplen estas hebras?
3. Determinen en qué estado se encuentran, ¿cromosoma o cromatina?

# 35 Células madre

**Christopher Reeve (fallecido en 2004), un actor con tetraplejía y defensor de la investigación sobre células madre: «Las células madre embrionarias ... son, en efecto, un kit de autorreparación para el ser humano».**

En una antigua leyenda gaélica, Tir na Nog era la tierra de la eterna juventud, en la que no existían la enfermedad, el envejecimiento ni la muerte. Ian Chalmers, de la Universidad de Edimburgo, un escocés orgulloso de su ascendencia celta, recordaba esta historia en 2003 cuando identificó un gen con propiedades extraordinarias.

Este gen sólo estaba activado en las células de los embriones en fase temprana, y parecía desempeñar una función clave en su capacidad para copiarse a sí mismas de manera indefinida, y también para transformarse en cualquiera de los 220 o más tipos celulares que posee el cuerpo del ser humano adulto. Chalmers lo denominó *Nasog*, y es uno de los elementos genéticos clave para explicar las propiedades únicas que poseen las células madre embrionarias (CME).

Las CME son la materia prima a partir de la cual se originan los huesos, el cerebro, el hígado y los pulmones. Solamente existen en los embriones iniciales, en los que las células todavía no se han diferenciado y transformado en los tejidos especializados del cuerpo adulto. Dado que son «pluripotentes», debido a su capacidad para originar cualquiera de los tejidos adultos, tienen un enorme potencial en el contexto de la medicina. Pueden producir tejidos que sustituyan a los que quedaron destruidos o alterados a consecuencia de enfermedades como la diabetes, la enfermedad de Parkinson y la parálisis de origen medular, aunque también son motivo de controversia. Dado que se obtienen a partir de embriones, algunos grupos consideran que su uso no es ético.

**La controversia sobre las células madre** En 1981, un equipo de la Universidad de Cambridge dirigido por Martin Evans aisló por primera vez las CME del ratón. Y en 1998, un grupo dirigido por Jamie Thomson, de la Universidad de Wisconsin, aisló CME humanas, lo que permitió concebir la esperanza de tratar diversas enfermedades.

## Cronología

Si fuera posible convertir las CME en neuronas productoras de dopamina, que se destruyen en la enfermedad de Parkinson, quizá se podrían trasplantar en el intento de tratar esta enfermedad. En la diabetes, las CME se podrían utilizar en los islotes pancreáticos para producir nuevas células beta que produjeran insulina.

En general, la investigación con este tipo de células se ha llevado a cabo en embriones desechados tras la realización de técnicas de fecundación *in vitro*. En estos experimentos se ha demostrado que es posible convertir estas células en colonias o «líneas» que se autorrepitan, generalmente sobre un lecho de células de ratón que ofrece los nutrientes más importantes (pero esta técnica está siendo abandonada progresivamente). En la actualidad, los científicos están investigando las características genéticas y químicas que hacen que las CME sean pluripotentes, con el objetivo de conseguir que más adelante se transformen en tejidos especializados.

Esta línea de trabajo ha sido rechazada por quienes consideran que no hay ningún motivo, ni siquiera la investigación sobre tratamientos que podrían salvar vidas, para destruir un embrión. Estas críticas

### Células madre del adulto

Las células madre no son específicas de los embriones. Hay varios tipos de células madre que también pueden hallarse en los tejidos de los fetos, los niños y los adultos, y que actúan como una especie de reserva celular con la que es posible sustituir las células muertas y reparar los órganos lesionados. La médula ósea es especialmente rica en células madre, así como la sangre del cordón umbilical.

La investigación sobre las células madre del adulto para su uso en el tratamiento de diversas enfermedades no exige la destrucción de embriones y, por tanto, no resulta controvertida. Estas células ya se han utilizado en

procedimientos terapéuticos como el trasplante de médula ósea, y en este momento se están llevando a cabo ensayos clínicos para evaluar otras posibles aplicaciones. Sin embargo, las células madre del adulto no tienen la misma versatilidad que las CME, debido a que ya han iniciado su camino hacia la diferenciación en distintos tejidos especializados. En consecuencia, es posible que su utilidad para el tratamiento de algunas enfermedades sea inferior a la de las CME. La mayor parte de los científicos considera que esta prometedora línea de investigación médica se debería llevar a cabo en paralelo a los estudios con CME, y no en sustitución de estos.

2007

Yamanaka y Thomson crean en el ser humano células madre pluripotentes inducidas

están fundamentadas en creencias religiosas y las personas que las expresan se oponen también al aborto. Países como Reino Unido, China, Japón, India y Singapur están a favor de estas técnicas, y la investigación sobre CME es financiada con dinero público. En otros países como Alemania e Italia la han prohibido total o parcialmente.

La controversia ha adquirido mayor relieve en Estados Unidos, la máxima superpotencia científica del mundo y también un país con una muy influyente derecha política con firmes fundamentos religiosos. En 2001, el presidente Bush anunció que los fondos federales sólo se podrían utilizar para el estudio de líneas de CME que ya existieran en ese momento, un compromiso que satisfizo a pocos. El grupo defensor de los derechos de los embriones todavía estimaba que cualquier forma de investigación de este tipo era inmoral. Los científicos consideraban esta normativa innecesariamente restrictiva, y destacaron el hecho de que, dado que las líneas celulares existentes se originaron a partir de células de ratón, eran inadecuadas para su aplicación en los trasplantes. No obstante, varios estados, principalmente California, han ofrecido sus propios fondos económicos para la investigación con CME, y las compañías privadas también siguen invirtiendo.

**El camino al tratamiento** Hasta el momento no se han utilizado CME para el tratamiento de ninguna enfermedad médica humana. No obstante, estas células ya han sido estimuladas en el laboratorio para su diferenciación hacia una amplia gama de tipos tisulares utilizados con buenos resultados en el tratamiento de procesos patológicos, como la enfermedad de Parkinson, la distrofia muscular y la parálisis.

## Células madre y cáncer

Una de las consecuencias de la capacidad de división ilimitada que poseen las células madre, y también de su capacidad para diferenciarse en cualquier tipo tisular, es que pueden dar lugar a la aparición de tumores de características realmente grotescas denominados teratomas (término griego que significa «tumor monstruoso»). En general, estos tumores aparecen en fetos, aunque lo habitual es que no se diagnostiquen hasta etapas posteriores de la vida; pueden contener dientes, pelo, hueso e incluso órganos complejos como globos oculares o manos

completas. Uno de los métodos que utilizan los científicos para evaluar la pluripotencia de las CME es el de su implantación en el ratón para comprobar si inducen la aparición de teratomas. El potencial canceroso de las CME es un problema de seguridad que debe ser resuelto antes de que puedan utilizarse como tratamiento. Hay otros muchos tumores malignos, como la leucemia linfoblástica aguda, que también se originan a partir de células madre con capacidad cancerosa que permiten que los tumores aumenten de tamaño y se diseminen.

148 Células madre

lisis, en animales de experimentación. Los descubrimientos genéticos también han ayudado a los científicos a crear un nuevo tipo de células madre pluripotentes a través de la reprogramación de los tejidos adultos, lo que podría solucionar algunas de las dificultades éticas a las que se enfrenta este tipo de tecnología.

Al igual que Nanog, se han identificado otros genes que se expresan con un patrón concreto en las CME. Entre ellos, los genes denominados Oct-4 y LIN28, y tres «familias» de genes denominados Sox. En la actualidad, es posible modificar genéticamente tejidos adultos para activar estos genes e invertir el proceso de desarrollo en células cutáneas, de manera que adquieran la pluripotencialidad de las células embrionarias. En 2006, un equipo de investigación japonés dirigido por Shinya Yamanaka, de la Universidad de Kioto, lo logró por primera vez en ratones; en 2007, Yamanaka y Thomson repitieron esta proeza en seres humanos. Las células madre pluripotentes inducidas (IPS, *induced pluripotent stem cells*) ya se han utilizado en el tratamiento de la anemia drepanocítica del ratón.

Las células IPS podrían aventajar a las CME convencionales. Dado que se obtendrían de los tejidos de los pacientes que necesitan tratamiento, son genéticamente idénticas a sus células y, por ello, su sistema inmunitario no las rechazaría. Además, se pueden generar sin necesidad de destruir embriones humanos.

Sin embargo, estas ventajas no hacen que la investigación con CME haya quedado obsoleta, pues las técnicas que se utilizan en la actualidad para la producción de células IPS son demasiado peligrosas para su uso en los tratamientos. La modificación genética se lleva a cabo con un virus que puede estimular el crecimiento del cáncer, como también puede hacerlo uno de los genes modificados, denominado *c-Myc*.

El estudio de las células IPS está todavía en sus fases iniciales y aún no sabemos si se van a comportar exactamente de la misma forma que las CME. Los científicos que trabajan con CME consideran imprescindible el estudio simultáneo del comportamiento de ambos tipos de células. Uno de estos tipos celulares podría ser mejor que el otro para ciertas indicaciones, pero todavía es demasiado pronto para saberlo.

**La idea en síntesis:  
los genes crean células  
maestras**

BIBLIOGRAFÍA Y PAGINAS WEB SUGERIDAS:

[https://issuu.com/estacionmandioca/docs/16b2-int160pppe\\_1\\_3\\_17-op](https://issuu.com/estacionmandioca/docs/16b2-int160pppe_1_3_17-op)

<https://www.argenbio.org/recursos/glosario>

<https://issuu.com/annipetrikov/docs/revista>

[https://issuu.com/fernandonunez81/docs/introducci\\_n\\_a\\_la\\_biotecnolog\\_a\\_2](https://issuu.com/fernandonunez81/docs/introducci_n_a_la_biotecnolog_a_2)



