

## TEMA 2: LA DIVISIÓN CELULAR

¿Por qué necesitamos que se dividan nuestras células? Todo empieza a partir de la unión de un espermatozoide y de un óvulo, que da lugar a una célula, que tiene que convertirse en un organismo adulto. Para ello esta célula se divide de modo que en cada división se mantiene exactamente la misma información genética.

### CICLO CELULAR

La célula es la unidad reproductora de los seres vivos. A lo largo de su vida las células se nutren y aumentan de tamaño. Cuando una célula alcanza el tamaño adecuado normalmente da lugar a dos células semejantes a la célula original. El período de tiempo desde que una célula “nace” hasta que se reproduce se conoce como **ciclo celular**, y dura aproximadamente 24 horas.

El ciclo celular consta de dos períodos:

\_ Interfase: es el período más largo del ciclo celular, y en él la célula aumenta de tamaño y se duplica el material genético o ADN.

\_ División celular: la célula se divide y origina dos células, es decir, se reproduce.

INTERFASE: Se divide en tres partes:

- G<sub>1</sub> : la célula está en constante crecimiento (duplica su tamaño), forma los orgánulos y sobre todo sintetiza proteínas
- S : Se duplica el ADN.
- G<sub>2</sub> : Se prepara para la división, con la síntesis de proteínas

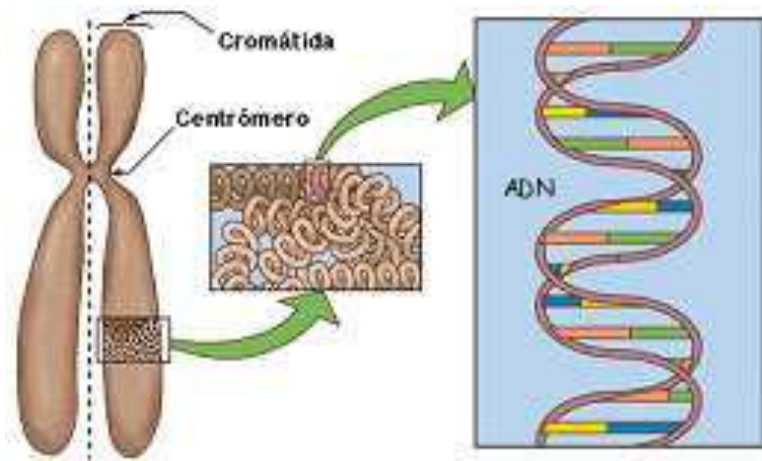
#### • EL NÚCLEO EN INTERFASE

El componente mayoritario del núcleo es el ácido desoxirribonucleico o ADN, que contiene la información necesaria para realizar todas las funciones celulares. El ADN tiene una estructura formada por dos cadenas de nucleótidos (varias moléculas unidas) dispuestas en una doble espiral.

*El ADN en interfase se organiza formando la **cromatina**, un conjunto de fibras o moléculas de ADN disperso por el núcleo. En este período las fibras de ADN se duplican, es decir, al final de la interfase hay dos copias exactas de cada molécula de ADN. Cuando ocurre algún error en la copia se dice que hay una **mutación**.*

#### • EL NÚCLEO EN DIVISIÓN

Durante la división celular cada molécula de ADN de la cromatina con su correspondiente copia se organizan empaquetándose (ver dibujo inferior) hasta hacerse visibles al microscopio como unos bastoncitos dobles, llamados **cromosomas**.



Así, la cromatina y los cromosomas son la misma sustancia (ADN) pero con distinto grado de empaquetamiento.

Cada cromosoma tiene dos moléculas idénticas (**cromátidas**) como resultado de la duplicación del ADN en interfase, unidas por una región muy estrecha, o **centrómero**.

**Un gen es un pequeño fragmento de ADN que contiene la información necesaria para que se exprese un determinado carácter en un individuo (por ejemplo el color de ojos).**

### **El cariotipo**

Es el conjunto de cromosomas de una célula o de una especie. Las células de los organismos de la **misma especie tienen el mismo número de cromosomas**, y éstos tienen un tamaño y una forma característica. Las células humanas poseen 23 pares de cromosomas. De éstos, un par son los cromosomas sexuales, muy diferentes uno del otro que determinan el sexo. Uno de ellos se denomina X y el otro Y. En los humanos, las mujeres tienen dos cromosomas X, son XX, y los hombres son XY.

#### **S1. Lee el texto y contesta:**

*¿Cómo es posible que el ADN contenga la información para las características de un ser vivo?*

*El mensaje del ADN está codificado por cuatro nucleótidos distintos, similar a un alfabeto de únicamente cuatro letras A, T, C, G. La combinación de tres letras (triplete de nucleótidos) sería semejante a una palabra.*

*La combinación de palabras (tripletes), equivaldría a una frase que contiene el mensaje o información para los caracteres de un ser vivo (color de ojos, altura, color de pelo, etc.). Este sería un gen.*

*Así, si se varía una letra (nucleótido), puede variar también el mensaje de la frase. Similarmente, si varía el gen variará la información para ese carácter.*

*Las frases (genes) se agrupan y forman libros, los cromosomas. 46 cromosomas o libros contienen la información de un ser humano.*

*Si comparamos las unidades del ADN con las letras de nuestro alfabeto, podemos suponer que la siguiente frase "fixeches un grande bocexo" non contén a mesma mensaxe que dicir "fixeches un grande bosquexo" .*

*Del mismo modo, si varía un nucleótido de ADN variará el gen (frase) y por lo tanto el mensaje que va a expresar ese gen que contiene las instrucciones de funcionamiento de los seres vivos.*

*El conjunto de genes (fragmentos de ADN) determinan las características de los seres vivos.*

*El genoma humano, es decir, todo el ADN humano fue secuenciado en abril de 2003, y como se dijo en aquel momento, se secuenció el "libro de la vida".*

## **DIVISIÓN CELULAR: LA MITOSIS**

La división celular es el proceso por el cual a partir de una célula madre se obtienen dos células hijas idénticas a la madre. Consta de dos partes: la MITOSIS y la CITOCINESIS.

### **LA MITOSIS**

*La mitosis* es un proceso común a todo tipo de células eucariotas, mediante el que se asegura que las células hijas reciban los mismos cromosomas que la célula madre y, por tanto, la misma información genética. También se llama reproducción asexual celular:

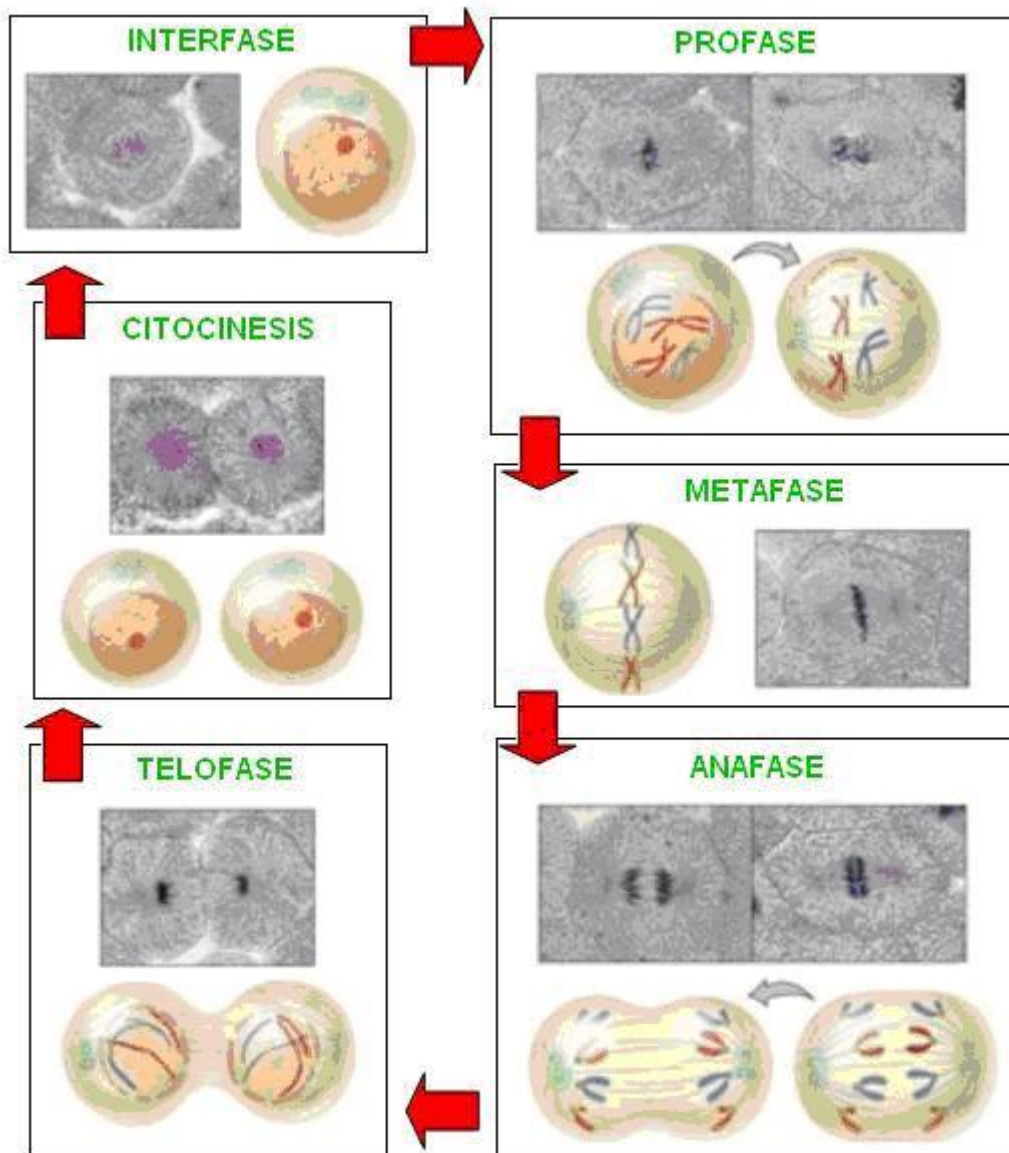
- Unicelulares: cuando una célula se divide, se reproduce también el número de individuos. Las células son idénticas a la madre.
- Pluricelulares: la reproducción por mitosis tiene como finalidad el crecimiento del individuo, así como reparar los tejidos que estén dañados o viejos por células idénticas a las que sustituyen.

En el proceso de la mitosis se distinguen las siguientes fases:

- ❖ PROFASE: - El ADN se compacta y se forman los cromosomas (con dos cromátidas idénticas)
  - Desaparece la membrana nuclear y los cromosomas se dispersan por la célula
  - Los centriolos se dirigen a polos opuestos, conectados por filamentos (huso mitótico)
- ❖ METAFASE: Los cromosomas se unen al huso mitótico en el ecuador con el centrómero
- ❖ ANAFASE: Se separan las cromátidas y se dirigen a un polo opuesto de la célula, por lo que al final de esta fase en cada polo hay el mismo número de cromátidas, una de cada cromosoma.
- ❖ TELOFASE: Se forma una membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromátidas.

## CITOCINESIS

Una vez finalizada la división del núcleo, el citoplasma se va estrechando hasta que la membrana plasmática se rompe dando lugar a dos células.



<http://youtu.be/w4hey-7-sTg> <http://youtu.be/oZLt-P0rpEw>

En el organismo hay dos tipos de células: las sexuales (**gametos**) y las somáticas (todas las demás)

Dentro del núcleo las células somáticas contienen una cantidad de cromosomas propia de cada especie (cariotipo), la mitad heredadas por la madre y la otra mitad heredadas por el padre en la

fecundación. Así, en los humanos, cada progenitor aporta 23 cromosomas, (es decir, cada gameto, el masculino y el femenino, tiene 23 cromosomas)

Por lo tanto, en la fecundación ocurre que:

$\begin{array}{l} \text{Gameto masculino} + \text{gameto femenino} = \text{célula huevo o cigoto} \\ \text{(espermatozoide)} \qquad \qquad \text{(óvulo)} \end{array}$
--

El cigoto es nuestra célula madre, y a partir de ella se generan por división, todas las demás células del organismo. Pero, ¿cómo se dividen las células sexuales?

## MEIOSIS

La fecundación implica un problema, ya que cada vez que se unen dos núcleos se unen dos dotaciones cromosómicas, porque si los adultos tenían 46 cromosomas, el cigoto tendrá 92 y, por lo tanto, dará lugar a nuevos adultos con 92 cromosomas, lo que no puede ser, ya que se modificaría el número cromosómico de la especie, y este número tiene que permanecer estable.

Para mantener esa estabilidad en el número de cromosomas se desarrolló un mecanismo especial de división celular, **la meiosis**. Por este tipo de división, a partir de una célula con nuestros 46 cromosomas, agrupados en 23 pares, se obtienen cuatro células con 23 unidades. Son los gametos o células sexuales. Este proceso ocurre en el aparato reproductor

## ENFERMEDADES Y GENES

La **mutación** es una alteración o cambio en la información genética o bien un fallo en la repartición de los cromosomas en la división celular, y que va a producir un cambio de características. Este cambio va a estar presente en una pequeña proporción de la población o del organismo. La unidad genética capaz de mutar es el gen que es la unidad de información hereditaria que forma parte del ADN. En los seres multicelulares, las mutaciones sólo pueden ser heredadas cuando afectan a las células reproductivas. Una consecuencia de las mutaciones puede ser una enfermedad genética, sin embargo, aunque en el corto plazo pueda parecer que las mutaciones son perjudiciales, a largo plazo son esenciales para nuestra existencia. *Sin mutación no habría cambio y sin cambio la vida no podría evolucionar.*

Con la ayuda de las sondas genéticas, los médicos ya pueden rastrear el ADN en busca de genes defectuosos, responsables de una infinidad de males. Parte de estos genes han sido desenmascarados, aislados y clonados. He aquí algunos junto a las enfermedades que desencadenan.

**Hemofilia:** Deficiencia del proceso normal de coagulación sanguínea. Está causada por la ausencia de una proteína coagulante. El gen fue aislado y clonado en 1984.

**Anemia Falciforme:** Mal causado por la fabricación de hemoglobina defectuosa, incapaz de transportar el oxígeno en la sangre. El gen mutante fue aislado en 1980.

**Fibrosis quística:** Gen anómalo encontrado en el año 1990 en el cromosoma 7. Afecta a miles de niños, ocasionándoles trastornos respiratorios y digestivos.

**Retraso Mental del X - Frágil:** Se está buscando el gen correspondiente. Se trata de la causa hereditaria más frecuente de retraso mental. Se caracteriza por una especie de ruptura de uno de los brazos del cromosoma X.

**Maníaco - Depresión:** También llamada enfermedad bipolar, afecta a un 2% de la población. El gen responsable fue localizado en 1987, en el cromosoma 11.

**Esquizofrenia:** Afecta al 1 % de la población. En 1989 psiquiatras de la Universidad de Londres encontraron el gen de la locura en una región del cromosoma 5.

### **Malformaciones Congénitas**

El riesgo de que una embarazada tenga un hijo con una malformación genética en el nacimiento es del 4 %. Entre los casos más comunes se destacan:

Hidrocefalia, Microcefalia, Labio Leporino, Ano Imperfecto, Espina Bífida: Defecto del tubo neural que consiste en una anomalía en el cierre de una o más vértebras.

**Síndrome de Down:** ocurre cuando el bebé tiene 47 cromosomas, generalmente el cromosoma 21 aparece tres veces

## **LA INGENIERÍA GENÉTICA Y SUS APLICACIONES**

La ingeniería genética constituye un campo con espectaculares avances en los últimos años. Básicamente, las investigaciones se centran en las modificaciones del patrimonio genético de los organismos, introduciéndoles genes que les aportan nuevas características.

Se denomina organismo transgénico a aquél cuyo genoma fue modificado con genes procedentes de otra especie.

Las grandes áreas en las que se utilizan las técnicas de ingeniería genética son las siguientes:

\_ Medicina y farmacología: para la obtención de sustancias terapéuticas como vacunas, hormonas humanas (como la insulina necesaria para los diabéticos), factores de coagulación para los hemofílicos, etc.

\_ Agricultura: para la obtención de plantas transgénicas de mayor rendimiento, más resistentes o de mejor calidad nutricional.

\_ Ganadería: la clonación de animales que procura una mejora ganadera o con aplicaciones biomédicas.

\_ Protección ambiental: con el objetivo de desarrollar nuevos organismos que colaboren en la limpieza del ambiente.

### **Aplicaciones De La Ingeniería Genética En Microorganismos**

\_ **Aplicaciones médicas e farmacológicas.** Las técnicas de ingeniería genética del ADN recombinante permiten identificar e aislar un gen concreto, ya conocido y de efectos deseados, y transferirlo a una célula

de otra especie, generalmente una bacteria, que lo incorporan como si fuese propio, y serán estas bacterias las que fabriquen el producto deseado que codifica o gen.

Con esta tecnología se producen moléculas por ingeniería genética muy útiles para nuestra especie, como la insulina, la hormona de crecimiento o proteínas sanguíneas: factores de coagulación, antibióticos, y algunas vacunas como las de la hepatitis A y B.

\_ **Aplicación ambiental.** Cada vez es más habitual el uso de microorganismos genéticamente modificados para algunas aplicaciones ambientales: por ejemplo, las bacterias utilizadas para la limpieza del vertido de fuel del Prestige en nuestras costas. Aun que estas bacterias de forma natural ya degradan derivados del petróleo, la ingeniería genética les confiere una mayor resistencia a determinadas condiciones ambientales de la zona afectada.

También se están desarrollando nuevas técnicas de bacterias modificadas genéticamente capaces de degradar residuos de origen industrial, agrícola o urbano, así como aguas o suelos contaminados con metales pesados. Estas últimas se utilizaron para descontaminar los alrededores del parque Nacional de Doñana a raíz del accidente de las minas de Aznalcóllar (1998)

### **Aplicaciones De La Ingeniería Genética En La Agricultura: Plantas Transgénicas**

Una **planta transgénica** es aquella a la que se le introdujo un gen procedente de otro organismo y que, después de incorporarlo a su genoma, modifica sus características. De esta manera, las plantas transformadas presentan características como por ejemplo:

\_ Resistencia a parásitos o a depredadores, introduciéndoles genes que producen toxinas, como en el caso del maíz.

\_ Resistencia a herbicidas: la soja, el algodón y el maíz resisten las altas concentraciones de herbicidas que se echan en los campos para erradicar malas hierbas.

\_ Crecimiento más rápido o adaptación a condiciones ambientales adversas.

Según se identifiquen nuevos genes, las plantas transgénicas podrán ser más resistentes al frío y a la sequía, o tolerar suelos salinos o altamente contaminados. Incluso se les podría introducir genes humanos, lo que permitirá obtener determinadas proteínas humanas de uso farmacológico.

Existen activos detractores de esta técnica que avisan de los riesgos para el medio y para la salud de las personas, relacionados con el desarrollo de sus consecuencias:

\_ Pérdida de la biodiversidad. Las plantas transgénicas pueden invadir ecosistemas naturales y desplazar las plantas autóctonas.

\_ “Salto” de manera accidental de los genes transferidos a otras especies silvestres. Podrían aparecer malas hierbas resistentes a herbicidas o bacterias patógenas resistentes a los antibióticos

\_ Efectos perjudiciales para la salud, como problemas alérgicos.

\_ Repercusiones socioeconómicas globales para los pequeños campesinos.

## Aplicaciones De La Ingeniería Genética En Animales

Se está investigando la producción de animales clónicos y transgénicos, al mismo tiempo. Clonar un organismo significa hacer una o varias copias idénticas a la original. Se distinguen dos tipos de clonación, la reproductiva y la terapéutica (que no trataremos).

### Clonación reproductiva de animales

Este tipo de clonación tiene como objetivo conseguir individuos idénticos entre sí. Existen varios métodos de clonación. Hasta julio de 1996 se partía de un cigoto, resultado de la fecundación de un óvulo y de un espermatozoide, y después de la primera división se implantaba cada célula hija en una madre portadora para obtener dos clones.

El nacimiento de la oveja Dolly fue revolucionario, porque fue el primer mamífero clonado mediante una técnica conocida como transferencia nuclear. Esta técnica se basa en la fusión de un óvulo desnucleado al que se le implantó el núcleo de una célula diferenciada extraída de la oveja que se quería clonar.

Posteriormente la técnica se aplicó en otros tipos de mamíferos, como cerdos, ratones, cabras o gatos, pero sólo un pequeño porcentaje de los embriones clonados por transferencia nuclear fue capaz de desarrollarse con normalidad.

Las aplicaciones de la ingeniería genética en animales son diversas:

\_ Mejora de la producción ganadera. Se está investigando para obtener ejemplares de animales de mayor valor productivo (mayor producción de leche, mejor calidad de la carne o mayor velocidad de crecimiento).

\_ Conservación de especies en peligro de extinción o mismo de animales de compañía.

\_ Aplicación médica o farmacológica:

– Obtención de fármacos. Combinando la clonación con la modificación genética, se pueden obtener clones de animales productores de medicamentos, como por ejemplo, clones de cabras que contienen en su leche proteínas medicinales para tratar determinadas enfermedades de los seres humanos.

– Genotransplantes: obtención de órganos animales (cerdos) con genes humanos para no ser rechazados en trasplantes.

– Nutrición: animales con carnes y huevos con menos colesterol e grasas.

La manipulación genética en animales, igual que en las plantas, abre un debate ético por las posibles repercusiones sociales, económicas y sanitarias. Fue el caso de las investigaciones para genotransplantes a partir de cerdos, lo que supuso una moratoria al descubrirse que con frecuencia los cerdos son portadores de virus que podrían provocar que alguna variante vírica pudiera afectar al ser humano.