



Universidad Centroccidental

"Lisandro Alvarado"

Decanato de Ciencias de la Salud



## **ACTIVIDAD PRACTICA No. 9 BIOLOGIA CELULAR MITOSIS Y MEIOSIS. CARIOTIPO**

**Noviembre 2009**

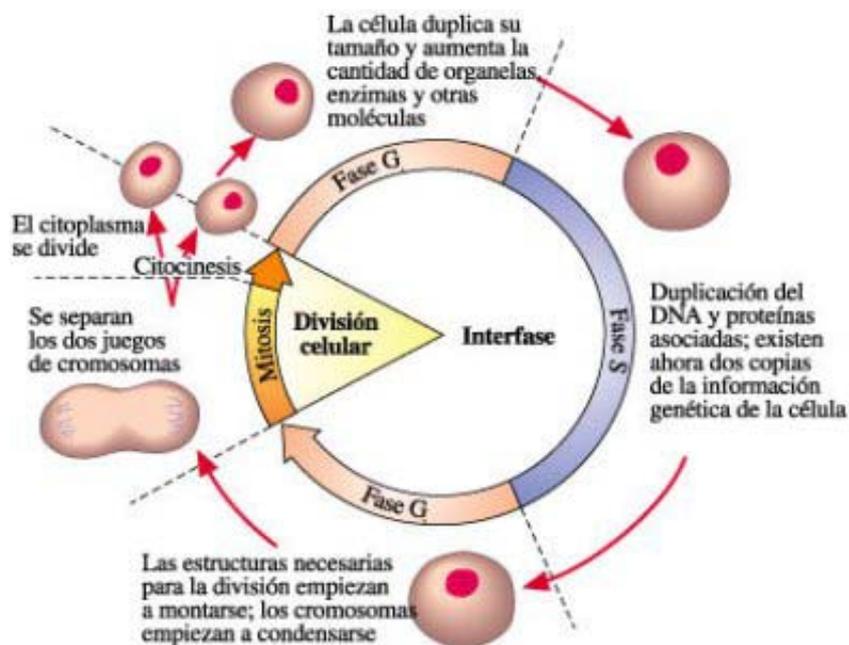
# MITOSIS Y MEIOSIS. CARIOTIPO

## Introducción

La característica principal de las células y de los organismos es la capacidad para reproducirse. El tipo de reproducción más simple implica la división de una célula progenitora en dos células hijas, esto lo logra duplicando primero su contenido y luego dividiéndose en dos. Esta división ocurre como parte del ciclo celular que se puede definir como una serie ordenada de acontecimientos macromoleculares que preparan a la célula para dividirse seguido por el proceso real de división, denominado mitosis.

El ciclo de división es la forma fundamental a través del cual todos los seres vivos se propagan. En especies unicelulares como las bacterias y las levaduras, cada división de la célula produce un nuevo organismo. En especies pluricelulares se requieren muchas secuencias de divisiones celulares para crear un nuevo individuo; la división celular también es necesaria en el cuerpo adulto para reemplazar las células perdidas por desgaste, deterioro o por muerte celular programada. Así, un humano adulto debe producir muchas células nuevas simplemente para mantener el estado de equilibrio y, si el control sobre el ciclo celular se altera puede inducir patologías (por ejemplo: cáncer) o si se detiene el individuo moriría en pocos días.

El ciclo celular de las eucariotas se divide en cuatro fases principales: M (Mitótica) o de división celular y una etapa previa de no división que comprende las fases G<sub>1</sub>, S y G<sub>2</sub> que en conjunto se conocen como interfase.



Este ciclo comprende un conjunto de procesos que una célula debe llevar a cabo para cumplir la replicación exacta del ADN y la segregación de los cromosomas replicados en dos células distintas. La gran mayoría de las células también doblan su masa y duplican todos sus orgánulos citoplasmáticos en cada ciclo celular. De este modo durante el ciclo celular un conjunto complejo de procesos citoplasmáticos y nucleares tienen que coordinarse unos con otros. El ciclo celular puede ser esquematizado de la siguiente forma:

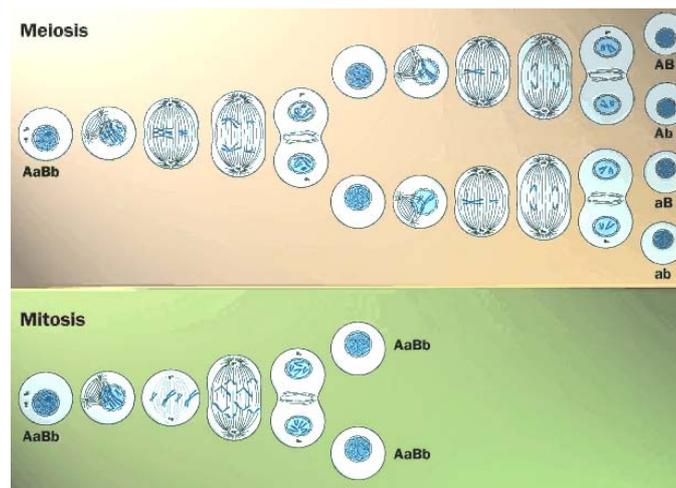
M =Mitosis

G1 =Período que sigue la mitosis y precede a la síntesis de ADN, las células sintetizan ARN y proteínas durante esta fase.

S =Período durante el cual ocurre la síntesis de ADN y de histonas

G2 =Período posterior a la síntesis de ADN y precede a la mitosis. Ocurren procesos de reparación del ADN recién replicado y la célula prepara toda la maquinaria celular para la Mitosis.

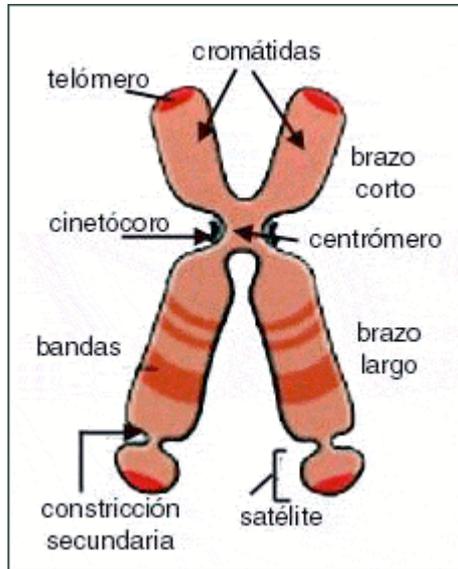
**La mitosis** es un tipo de división donde las células hijas tienen exactamente la misma información genética que la célula progenitora, este proceso también es conocido como reproducción asexual, y lo realizan todas las células eucariotas (en procariontes ocurre un proceso parecido conocido como bipartición). Los organismos pluricelulares y algunos eucariontes unicelulares más desarrollados, llevan a cabo adicionalmente un proceso de reproducción sexual, en el cual, la fusión de dos células producen una tercera célula que contiene información genética proveniente de cada una de las células progenitoras. Debido a que tal fusión causaría un número de cromosomas cada vez mayor, los ciclos de reproducción sexual emplean un tipo especial de división celular denominado **meiosis**, que reduce el número de cromosomas de la célula que va a efectuar la fusión. Las células con un juego completo de cromosomas son conocidas como diploides ( $2n$ ). Durante la meiosis, una célula diploide replica sus cromosomas como usualmente se haría en la mitosis, pero luego se divide dos veces sin duplicar nuevamente su material genético dando origen a cuatro células hijas, cada una con la mitad de la carga genética (cromosomas) que la célula originaria, es decir, son haploides ( $n$ ). Las células que realizan este tipo de división son células especializadas de los organismos que utilizan la reproducción sexual y se conocen como Gametos.



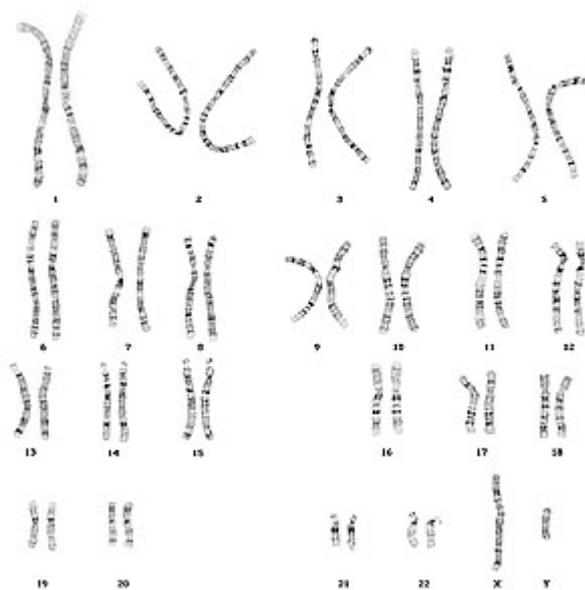
Los gametos son formados a partir de células precursoras diploides de la línea germinal, que en los seres humanos contienen 46 cromosomas, 22 pares diferentes conocidos como autosomas y un par llamado sexual, que en el caso

de las mujeres esta constituido por los cromosomas XX, mientras que en los hombres los cromosomas XY.

Los cromosomas de cada especie poseen una serie de características, como la forma, el tamaño, la posición del centrómero y las bandas que presentan al teñirse.



Este conjunto de particularidades, que permite identificar los cromosomas de las distintas especies, recibe el nombre de **cariotipo**, y su representación gráfica, ordenada por parejas de cromosomas homólogos, se denomina cariograma.



**Cariotipo del Ser Humano**

## Objetivos

### General.

- 1.- Analizar los eventos morfológicos y moleculares ocurridos durante los procesos de división celular.
- 2.- Relacionar los procesos de división celular con la morfología característica de los cromosomas humanos

### Específicos.

- 1.- Identificar las fases de la mitosis.
- 2.- Identificar las fases de la meiosis.
- 3.- Establecer los conceptos de diploidía y haploidía.
- 4.- Identificar las diferencias entre mitosis y meiosis
- 5.- Establecer la importancia del cariotipo

## Mitosis

Es la división celular a partir de la cual, de una célula se obtienen 2 células hijas, genéticamente idénticas a la madre. El hecho de que las células somáticas (células de un organismo eucariótico que no van a convertirse en células sexuales) se reproducen mediante mitosis, garantiza el mantenimiento del estado diploide de una generación a la siguiente, como consecuencia de ello, las células que se reproducen por mitosis tienden a ser genéticamente iguales.

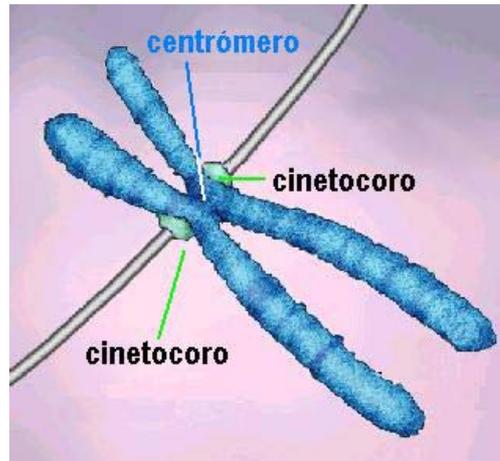
Las plantas y los animales están formados por miles de millones de células individuales organizadas en tejidos y órganos que cumplen funciones específicas. Todas las células de cualquier planta o animal han surgido a partir de una única célula inicial (el óvulo fecundado) por un proceso de división. Una célula mitótica se divide y forma dos células hijas idénticas, cada una de las cuales contiene un juego de cromosomas idéntico al de la célula parental, después cada una de las células hijas vuelve a dividirse de nuevo, y así continúa el proceso. Todas las células crecen antes de dividirse hasta alcanzar el doble del tamaño inicial, en este proceso se duplica el número de cromosomas (es decir, el ADN) y cada uno de los juegos duplicados se desplaza sobre una matriz de microtúbulos hacia un polo de la célula en división, y constituirá la dotación cromosómica de cada una de las dos células hijas que se forman.

Durante la mitosis existen cuatro fases:

### Profase

Los cromosomas se condensan por enrollamiento. Conforme se hacen visibles los cromosomas adoptan una apariencia de doble filamento denominadas cromátidas, resultantes de la duplicación del ADN en la etapa S. Estas se mantienen juntas en una región llamada centrómero, que es la región de constricción primaria en los cromosomas humanos y es el sitio en donde las cromátidas hermanas se unen durante la mitosis y meiosis; es una estructura

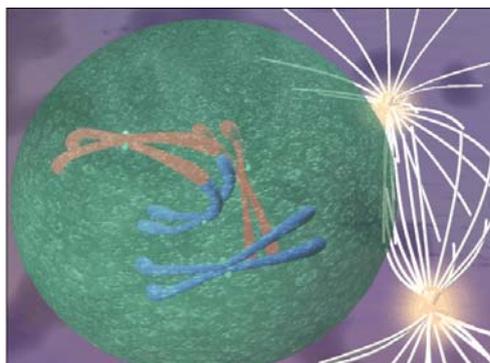
constituida por secuencias repetidas de ADN a las cuales se unen proteínas denominadas centroméricas.



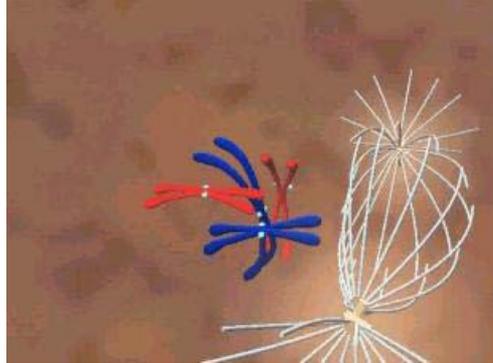
En torno al centrómero se va a situar un complejo multiprotéico llamado cinetocoro al que se le unen los microtúbulos cinetocóricos del huso mitótico para que los cromosomas se puedan separar. Posteriormente desaparecen los nucleolos, la envoltura nuclear empieza a fragmentarse y el nucleoplasma y el citoplasma se hacen uno solo. En esta fase puede aparecer el huso mitótico y tomar los cromosomas. Cada uno de los centrosomas se dirige hacia los polos opuestos del citoplasma y se hacen evidentes las fibras de huso.



Profase temprana: Los cromosomas se hacen visibles y el nucleolo desaparece progresivamente entre el principio y la mitad de la profase. Se evidencian los microtúbulos cinetocóricos



Profase tardía (Prometafase): Los cromosomas se acortan y engruesan. Desaparece la envoltura nuclear. Ausencia del nucleolo. Se evidencia las diferentes fibras del huso mitótico.

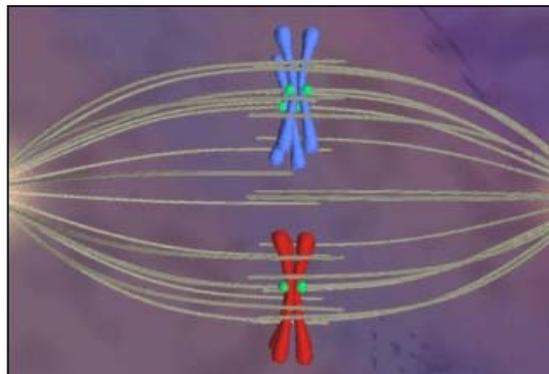


Para el final de la profase las cromátidas se observan más cortas y gruesas, desaparece la envoltura nuclear y el nucleolo. Se completa la formación del huso mitótico:

- .- Microtúbulos cinetocóricos
- .- Microtúbulos polares
- .- Microtúbulos libres
- .- Microtúbulos astrales

### **Metafase**

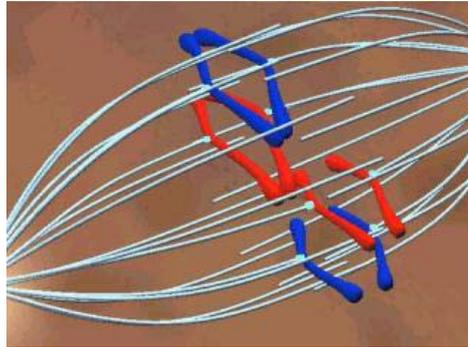
Los cromosomas se condensan más fuertemente y aparecen como estructuras bien definidas, situadas en el plano ecuatorial de la célula, formando la llamada “placa metafísica”, los cromosomas se fijan mediante su centrómero a las fibras del huso mitótico. En esta fase el huso presenta fibras continuas de polo a polo y fibras cinetocóricas que se conectan a los centrómeros.



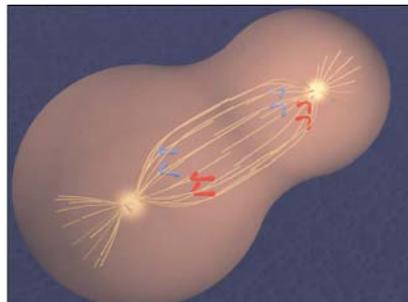
### **Anafase**

Los centrómeros y las cromátidas se separan. Las cromátidas migran hacia los polos opuestos del huso. Durante este periodo las fibras cinetocóricas se acortan.

Anafase temprana: separación de las cromátidas por despolimerización (desensamblaje) de los microtúbulos cinetocóricos. Migración de los cromosomas hacia los polos.



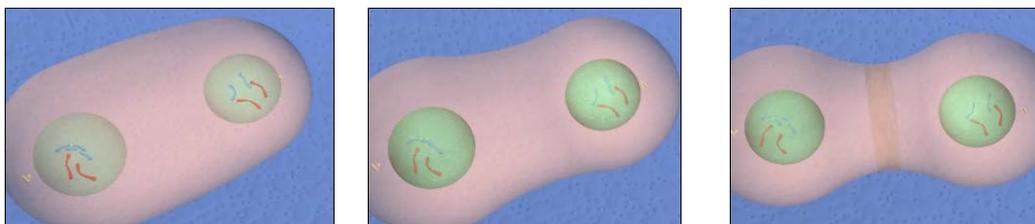
Anafase tardía: la célula comienza a alargarse. Los cromosomas continúan su desplazamiento hacia los polos por polimerización (ensamblaje) y deslizamiento de los microtúbulos polares superpuestos. En este movimiento de las cromátidas es fundamental la participación de proteínas motoras. Comienza la citocinesis.



## **Telofase**

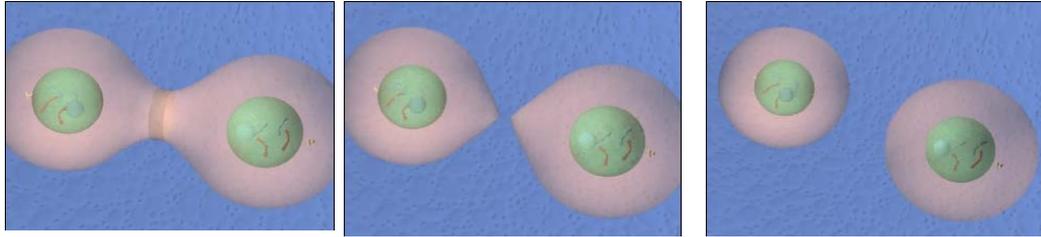
Todos los eventos morfológicos y moleculares ocurridos en profase, son revertidos durante esta fase. Los cromosomas hijos alcanzan los respectivos polos de la célula comienzan a desenrollarse, se forma la envoltura nuclear y reaparece el nucleolo a nivel de los organizadores nucleares. De manera simultánea, el citoplasma se divide (citocinesis) en dos partes aproximadamente iguales. De esta forma se constituyen dos células hijas con dotaciones cromosómicas idénticas a la célula madre.

Telofase temprana: Comienza la reconstrucción de la envoltura nuclear. El surco de división se evidencia progresivamente.



Telofase tardía: Se reconstruye la envoltura nuclear. Los cromosomas se dispersan y se reorganiza el nucleolo, lo cual significa la regeneración de núcleos interfásicos. Aumenta el volumen del núcleo. Los cromosomas se descondensan y adquieren gradualmente el aspecto interfásico. Se presenta el

surco de división y ocurre separación de las células hijas. Los cromosomas de especies diferentes varían en longitud, tamaño, número y otras características, sin embargo, la mitosis es muy similar en las células animales y vegetales.



### Meiosis

Para comprender la meiosis debemos examinar los cromosomas. Cada organismo tiene un número de cromosomas característico de su especie particular. Un mosquito tiene seis cromosomas en cada célula somática; el ciruelo, cuarenta y ocho; el ser humano, cuarenta y seis; la papa, cuarenta y seis; el gato, treinta y ocho. Sin embargo, en cada una de estas especies las células sexuales o gametos, tienen exactamente la mitad del número de cromosomas que caracteriza a las células somáticas del organismo. Como se mencionó anteriormente, el número de cromosomas de los gametos se conoce como **haploide** (“conjunto simple”) y el número en las células somáticas, como número **diploide** (“conjunto doble”). Las células que tienen más de dos conjuntos de cromosomas se conocen como **poliploides** (“muchos conjuntos”). Para simplificar, el número haploide se designa como **n** y al diploide **2n**. En los seres humanos por ejemplo **n = 23** y por tanto **2n = 46**.

#### Número de cromosomas (2n) de algunas especies

Especie	2n
Ser humano ( <i>Homo sapiens</i> )	46
Guisante ( <i>Pisum sativum</i> )	14
Mosca fruta ( <i>Drosophila melanogaster</i> )	8
Ratón doméstico ( <i>Mus musculus</i> )	40
Lombriz intestinal ( <i>Ascaris</i> )	2
Paloma ( <i>Columba livia</i> )	80
Boa constrictor ( <i>Constrictor constrictor</i> )	36
Grillo ( <i>Gryllus domesticus</i> )	22
Azucena de trompeta ( <i>Lilium longiflorum</i> )	24
Helecho indio ( <i>Ophioglossum reticulatum</i> )	1260

La meiosis se diferencia de la mitosis en que sólo se transmite a cada célula nueva un cromosoma de cada una de las parejas de la célula original. Por esta razón, cada gameto contiene la mitad del número de cromosomas (n) que tienen el resto de las células del cuerpo (2n). Cuando en la fecundación se unen dos gametos, la célula resultante, llamada cigoto, contiene toda la dotación doble de cromosomas (2n). La mitad de estos cromosomas proceden de un progenitor y la otra mitad del otro.

Dado que la meiosis consiste en dos divisiones celulares, estas se distinguen como Meiosis I y Meiosis II. Ambos sucesos tienen similitudes con la mitosis. Cada división meiótica se divide formalmente en los estadios de: Profase, Metafase, Anafase y Telofase. De estas, la más compleja y de más larga duración es la Profase I, que tiene sus propias divisiones: Leptoteno, Citogeno, Paquíteno, Diploteno y Diacinesis.

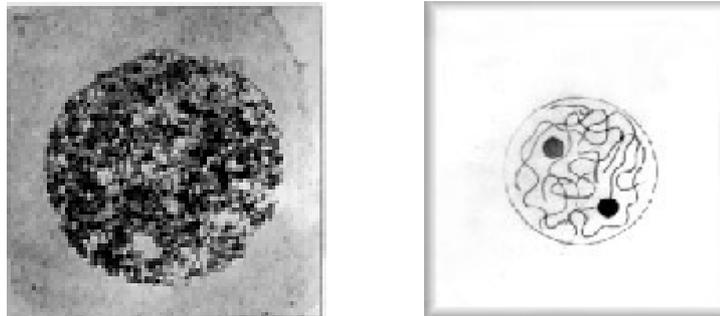
## **Meiosis I**

Las características típicas de la meiosis I, se hacen evidentes después de la replicación del ADN, en lugar de separarse las cromátidas hermanas se comportan como bivalentes o una unidad, que en sí contiene cuatro cromátidas. Las estructuras bivalentes se alinean sobre el huso, posteriormente los dos homólogos duplicados se separan desplazándose hacia polos opuestos, a consecuencia de que las dos cromátidas hermanas se comportan como una unidad, cuando la célula meiótica se divide cada célula hija recibe dos copias de uno de los dos homólogos. Por lo tanto las dos progenies de esta división contienen una cantidad doble de ADN, pero estas difieren de las células diploides normales.

### **Profase I**

Es el primer estadio de la meiosis. Como es más largo y elaborado que la profase de la mitosis, permite distinguir una serie de períodos en ella:

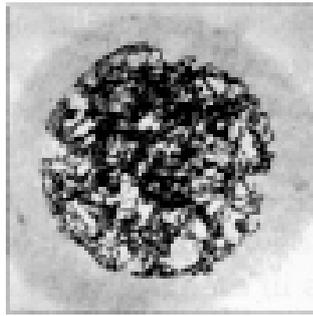
**Leptoteno:** (gr. Leptos: delgados; nema: filamentos)



En esta fase el núcleo aumenta de tamaño, los cromosomas se hacen visibles, como hebras largas y finas. Un examen más detenido revela que los cromosomas son claramente dobles, es decir, divididos longitudinalmente en dos cromátidas. El nucleolo está presente.

Otro aspecto de la fase leptoteno es el desarrollo de pequeñas áreas de engrosamiento a lo largo del cromosoma, llamadas cromómeros, que le dan la apariencia de un collar de perlas.

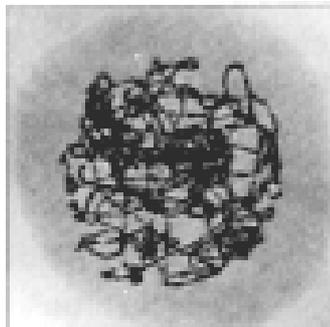
**Cigoteno:** (gr. Cygon, adjuntos)



Es un período de apareamiento activo en el que se hace evidente que la dotación cromosómica corresponde a dos conjuntos completos de cromosomas. Así pues, cada cromosoma tiene su pareja, cada pareja se denomina par homólogo y los dos miembros de la misma se llaman cromosomas homólogos.

Los cromosomas homólogos comienzan a aparearse. proceso denominado sinapsis, formando el complejo bivalente o tétrada, el apareamiento es muy específico y comprende la formación de estructuras especiales que se observan con el microscopio electrónico y constituye el complejo sinaptonémico. Cada cromosoma del juego paterno tiene su pareja de tamaño y forma similar en el juego de origen materno.

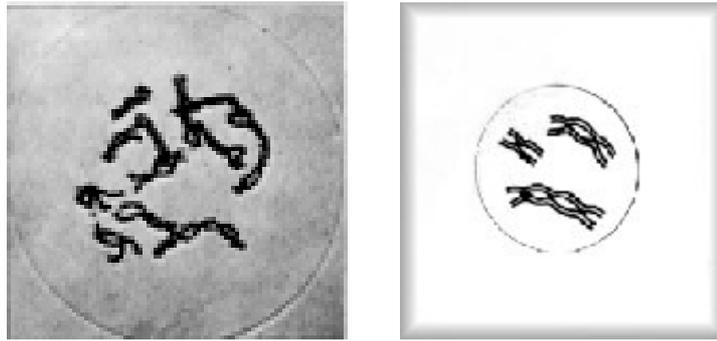
**Paquiteno:** (gr. Pachus, grueso)



Esta fase se caracteriza por la apariencia de los cromosomas como hebras gruesas indicativas de una sinapsis completa. Los cromosomas se van acortando cada vez más, cada cromosoma se duplica y queda constituido por dos cromátidas, cada cromátida tiene su propio centrómero. Sin embargo, durante la primera división meiótica los centrómeros de las dos cromátidas se comportan como una unidad funcional. Es en este estado donde se produce el proceso de Crossing-over o entrecruzamiento, es decir, la recombinación de los genes; es una fase muy larga, puede durar días e incluso semanas.

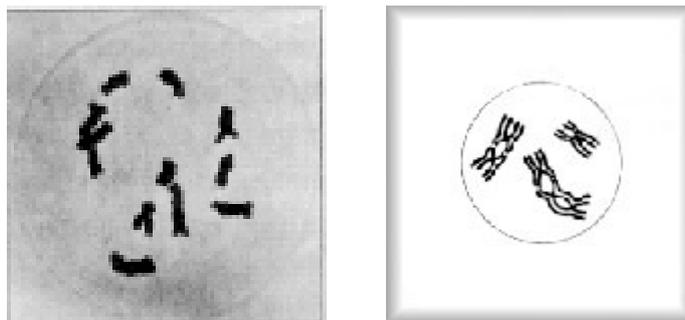
Los nucleolos son prominentes en esta fase. Los engrosamientos cromosómicos en forma de perlas, están alineados de forma precisa en las parejas homólogas, formando en cada una de ellas un patrón distintivo

### Diploteno:



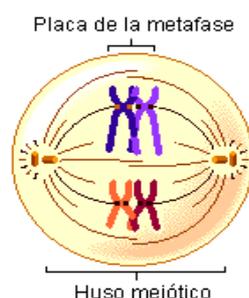
Es una fase muy larga (semanas, meses o años), durante la cual los cromosomas homólogos tienden a separarse, sin embargo la separación no es completa y permanecen unidos por puntos llamados quiasmas, los cuales son la evidencia morfológica que las cromáticas han experimentado Crossing-over.

### Diacinesis:



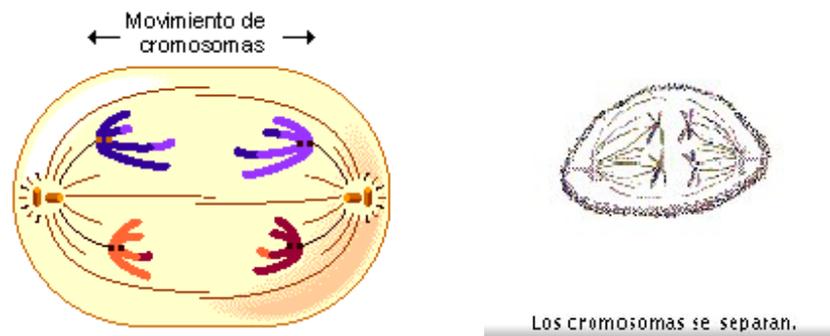
Esta etapa no se diferencia sensiblemente del diploteno, salvo por una mayor contracción de los cromosomas, que tienden a permanecer alejados unos de otros y se preparan para la fase siguiente donde se unirán a las fibras de huso. En muchos casos los quiasmas desaparecen por deslizamientos a lo largo del cromosoma por un proceso que recibe el nombre de terminalización, al final de esta fase desaparecen los nucleolos y la envoltura nuclear, las tétradas se movilizan hacia la placa metafásica.

### Metafase I



Al llegar a esta etapa la envoltura nuclear y los nucleolos han desaparecido y cada pareja de cromosomas homólogos ocupa un lugar en el plano ecuatorial. Se forma el huso y cada homólogo se dirige a uno de los polos por el centrómero homólogo, la orientación de los centrómeros paternos y maternos es completamente al azar. Los cinetocoros unidos a las cromátidas hermanas están dispuestos lado con lado en relación al eje longitudinal del huso, entonces, las fibras del huso de un polo determinado están conectadas a ambas cromátidas de un cromosoma.

### Anafase I



Los cromosomas homólogos (con dos cromátidas cada uno) se separan. Los centrómeros de cada cromosoma que permanecían unidos, empiezan a separarse y se dirigen hacia los polos opuestos. En ocasiones los cromosomas homólogos de una tétrada específica no pueden separarse y como consecuencia, toda la tétrada se moviliza hacia uno de los polos. Este fenómeno, llamado no disyunción primaria, resulta en gametos con un número de cromosomas anormal, lo cual origina diversas anomalías congénitas (ejemplo: Síndrome de Down o Trisomía del par 21)

### Telofase I



La forma del huso comienza a alterarse como en anafase mitótica esto ayuda a la separación final de los cromosomas que van hacia los polos; la envoltura nuclear se ensambla.

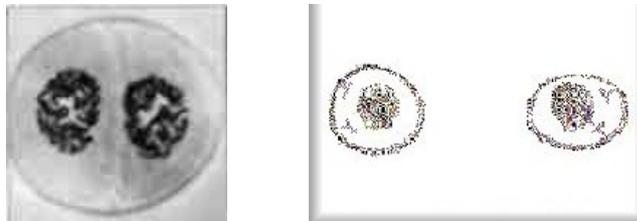
El estadio entre dos divisiones meióticas recibe el nombre de intercinesis y en general, es de corta duración.

Esta telofase y la interfase que le sigue (intercinesis), son aspectos variables de la meiosis I. En muchos organismos, estas etapas ni siquiera se producen; no se forma de nuevo la envoltura nuclear y las células pasan directamente a la meiosis II.

En otros organismos la telofase I y la intercinesis duran poco; los cromosomas se alargan y se hacen difusos, y se forma una nueva envoltura nuclear. En todo caso, nunca se produce nueva síntesis de ADN y no cambia el estado genético de los cromosomas.

## Meiosis II

### Profase II



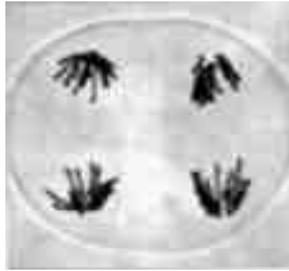
Los cromosomas se recondensan y se agrupan en el centro de la célula, se ven como pares de fibras unidas por el centrómero. Los centriolos se desplazan hacia los polos opuestos de las células

### Metafase II



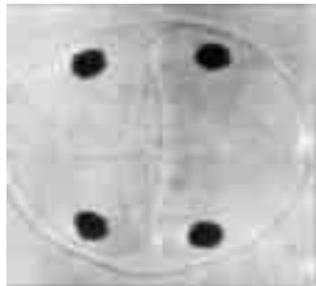
Se forma el huso en cada célula hija. En esta fase, los cromosomas se disponen en el plano ecuatorial. En este caso, las cromátidas aparecen, con frecuencia, parcialmente separadas una de otra en lugar de permanecer perfectamente adosadas, como en la mitosis.

## Anafase II



Los centrómeros se separan y las cromátidas de cada cromosoma que parecían unidas empiezan a separarse y dirigirse a polos opuestos. La falta de un determinado par de cromátidas al separarse en la anafase II recibe el nombre de no disyunción secundaria.

## Telofase II



En los polos, se forman de nuevo la envoltura nuclear alrededor de los cromosomas, se reorganiza el nucleolo, las fibras del huso se despolimerizan (desensamblan) y finalmente se descondensan los cromosomas.

Al final de la división se forman cuatro células haploides, es decir, con la mitad de la carga genética de la célula que comenzó la división.

En suma, podemos considerar que la meiosis supone una duplicación del material genético (fase de síntesis del ADN) y dos divisiones celulares. Inevitablemente, ello tiene como resultado unos productos meióticos con solo la mitad del material genético que el célula original.

## DIFERENCIAS ENTRE MITOSIS Y MEIOSIS

.- La mitosis se produce en todas las células somáticas, mientras que la meiosis esta limitada a las células germinales

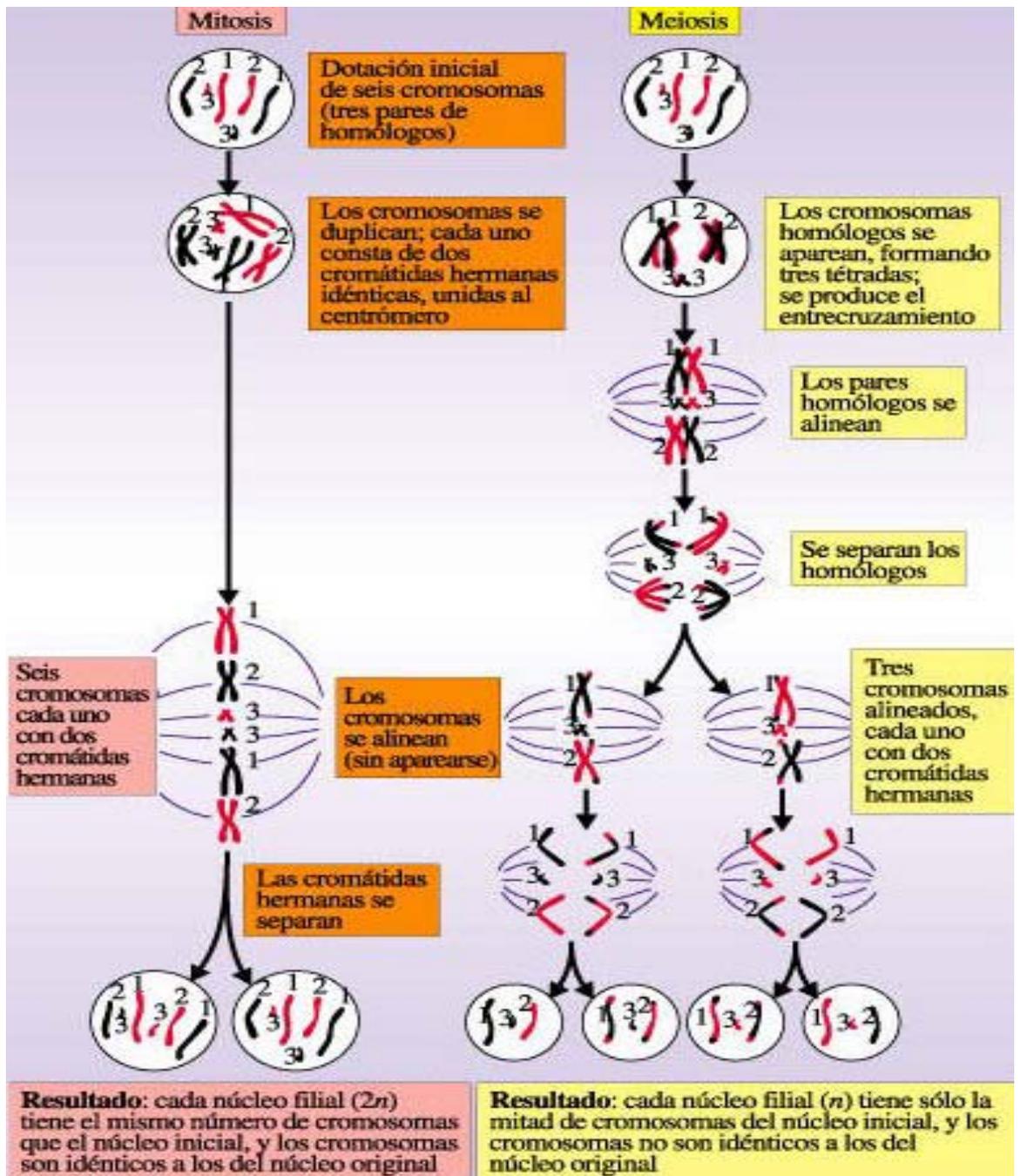
.- En la mitosis cada ciclo de replicación de ADN es seguido por uno de división, en la meiosis un ciclo de replicación de ADN es seguido por dos divisiones.

.- Las dos células hijas de la mitosis tienen un numero diploide se cromosomas, en la meiosis las cuatro células hijas son haploide

.- En la mitosis cada cromosoma se segregan en forma independiente, en la meiosis los cromosomas homólogos están relacionados entre si.

- La mitosis es corta (1 a 2 horas), la meiosis es larga (días e incluso años).

- En la mitosis el material genético permanece constante (salvo raras excepciones como las mutaciones o aberraciones cromosómicas) en cambio en la meiosis existe variabilidad genética.



## Cariotipo

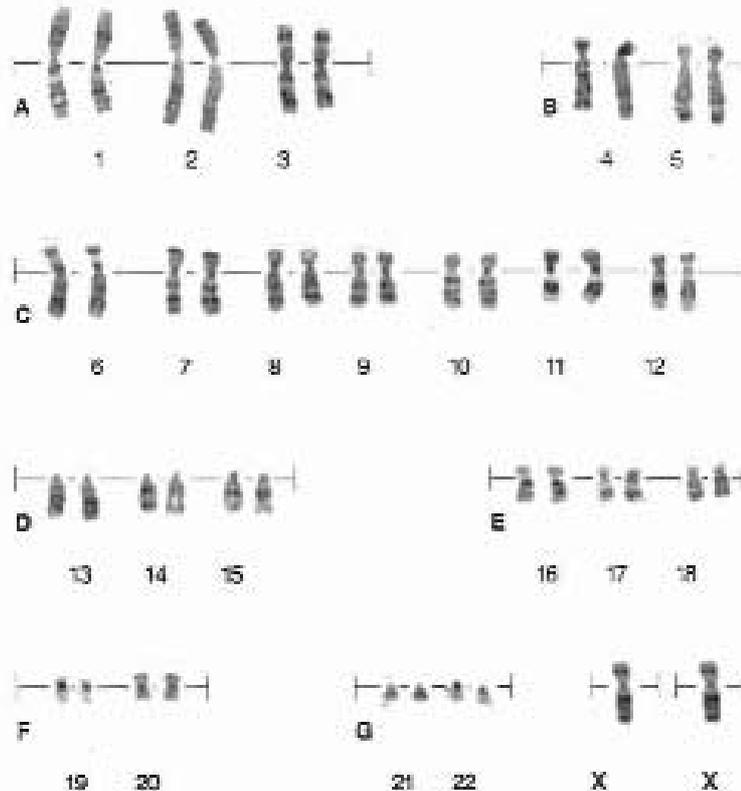
## EL CARIOTIPO HUMANO

También llamado complemento cromosómico, se consigue al microfotografiar una célula en metafase y ordenar posteriormente los cromosomas según criterios establecidos por el International System for Human Cytogenetics Nomenclatures .

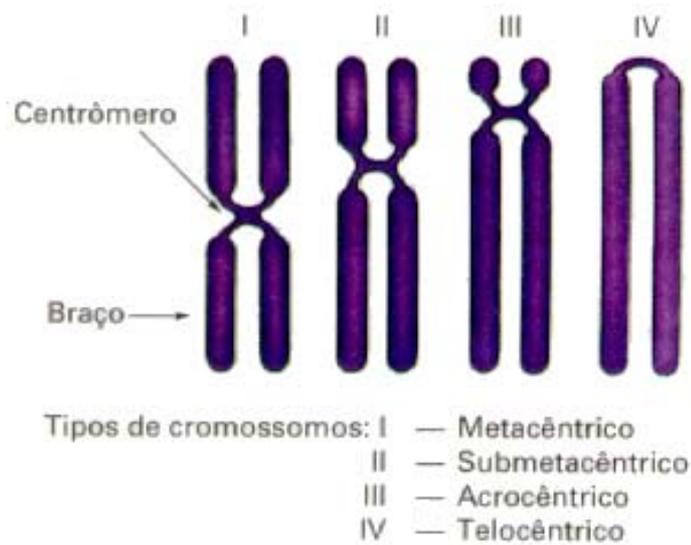
Cada par cromosómico se identifica por un patrón de tinción característico, las llamadas bandas cromosómicas. Universalmente el patrón utilizado es el de bandas G, obtenidas mediante técnicas de tinción específicas

Las células con la que generalmente se realiza el cariotipo se obtienen a partir de un cultivo de sangre periférica, después se tratan con tripsina y posteriormente tinción con Giemsa para obtener un bandeo G.

El cariotipo humano está formado por 23 pares de cromosomas: 44 autosomas + 2 gonosomas o cromosomas sexuales se representa 46 XX para las mujeres y de 46 XY para los varones, Estos 23 pares de cromosomas se ordenan en 7 grupos de mayor a menor (A, B, C, D, E, F, G).



Hay cromosomas grandes, medianos y pequeños. Al ordenar los cromosomas se constituyen 7 grupos atendiendo no sólo al tamaño sino también a la forma de las parejas cromosómicas. Dentro del cariotipo humano podemos encontrar cromosomas metacéntricos (tienen los dos brazos aproximadamente iguales en longitud), submetacéntricos (con un brazo más pequeño que otro) y acrocéntricos (con un brazo corto muy pequeño).



Concretamente en el cariotipo humano hay 7 grupos de cromosomas. Dentro de cada grupo vamos a ordenar y reconocer los cromosomas con la ayuda de un idiograma:

Un idiograma es la representación esquemática del tamaño, forma y patrón de bandas de todo el complemento cromosómico, los cromosomas se sitúan alineados por el centrómero, con el brazo largo siempre hacia abajo.

Los grupos que comprende el cariotipo humano son los siguientes:

- Cromosomas grandes

Grupo A, (cromosomas 1, 2 y 3), meta y submetacéntricos

Grupo B, (cromosomas 4 y 5), submetacéntricos

- Cromosomas medianos

Grupo C, (cromosomas 7, 8, 9, 10, 11, 12 y además los cromosomas X), submetacéntricos

Grupo D, (cromosomas 13, 14 y 15) acrocéntricos

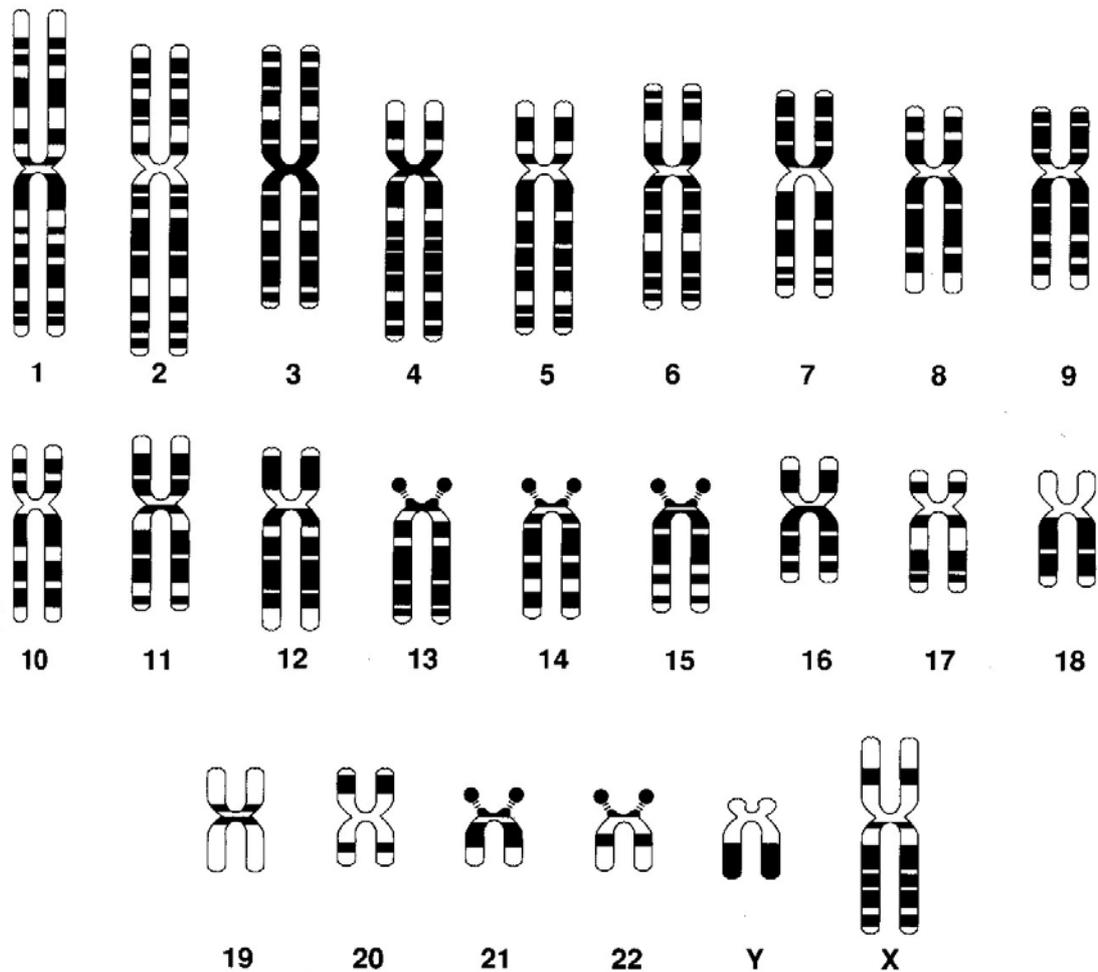
- Cromosomas pequeños

Grupo E, (cromosomas 16, 17 y 18) submetacéntricos

Grupo F, (cromosomas 19 y 20) metacéntricos

Grupo G, (cromosomas 21 y 22) acrocéntricos

Por acuerdo los cromosomas sexuales X e Y se separan de sus grupos correspondientes y se ponen juntos aparte al final del cariotipo.



## APLICACIONES

Es recomendable realizar un cariotipo de un individuo en los casos que a continuación se exponen:

- Para confirmar síndromes congénitos.
- Cuando se observan algunas anomalías específicas o que pueden estar relacionadas con los heterocromosomas.
- En situaciones de abortos repetidos, problemas de esterilidad.

Mediante el estudio del cariotipo es posible detectar anomalías en el número o en la forma de los cromosomas. La mayoría de estas anomalías provocan deficiencias, y muchos individuos no llegan a nacer o mueren en los primeros meses de vida. La determinación del cariotipo del feto permite detectar antes del nacimiento algunas de estas deficiencias.

Para determinar el cariotipo de un individuo, es necesario llevar a cabo un cultivo de células y, cuando estas comienzan a dividirse, teñirlas y hacer una preparación microscópica para fotografiar los cromosomas.

En un feto, las células se pueden obtener por amniocentesis, es decir, efectuando una punción en el vientre de la madre para obtener líquido

amniótico o bien por punción directa del cordón umbilical para extraer sangre del feto. En un individuo adulto se utilizan los linfocitos de la sangre.

El último paso para determinar el cariotipo es ordenar y emparejar los cromosomas, y verificar si los cromosomas están correctos en cuanto a número, forma, tamaño y tinción de las bandas.

## ACTIVIDADES

1.- Según lo descrito en el texto responde:

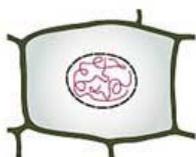
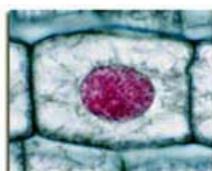
a.- Las células a lo largo de su vida pasan por varias fases que en conjunto constituyen el: \_\_\_\_\_

b.- El estado habitual de una célula es con su cromatina descondensada, con genes en actividad y con una actividad fisiológica más o menos intensa. Esta situación corresponde al periodo de: \_\_\_\_\_

c.- En tejidos en crecimiento o en regeneración una célula se divide para formar dos células hijas genéticamente iguales, es decir con el mismo número de cromosomas e idéntica información genética. Este tipo de división se denomina: \_\_\_\_\_

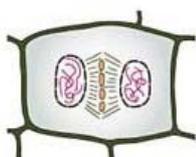
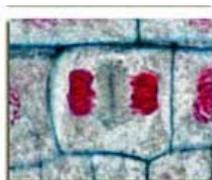
2.- En las siguientes imágenes responde según sea el caso:

2.1.-



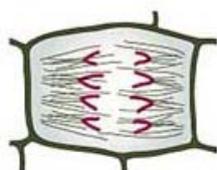
a. Tipo de división celular	
b. Fase	
c. ¿Cuántas cromátidas tiene la célula en esta fase?	

2.2.-



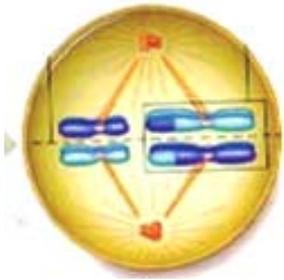
a. Tipo de división celular	
b. Fase	
c. ¿Cuántas cromátidas tiene la célula en esta fase?	

2.3.-



a. Tipo de división celular	
b. Fase	
c. ¿Cuántas cromátidas tiene la célula en esta fase?	

2.4.-



a. Tipo de división celular	
b. Fase	
c. ¿Cuántas cromátidas tiene la célula en esta fase?	

2.5.-



a. Tipo de división celular	
b. Fase	
c. ¿Cuántas cromátidas tiene la célula en esta fase?	

3.- Escriba una característica típica de los cromosomas en cada fase.

**Interfase:**

**Profase:**

**Metafase:**

**Anafase:**

**Telofase:**

4.- Usando el Idiograma que se presente en el texto, identifique los siguientes grupos de cromosomas de un cariotipo humano normal.

