

contaría con 40 cromosomas y así progresivamente el número de cromosomas de dicha especie en cada generación aumentaría el doble; con lo cual degeneraría la especie.

De lo anterior deducimos que debe haber un mecanismo que permita la constancia del número de cromosomas característico de cada especie. El fenómeno que permite esto se le denomina *meiosis*. (Fig. 14-11).

En los animales la meiosis ocurre mientras los gametos se forman. Lo que sucede es muy sencillo.

- A. *Principio de la profase*. Llegan a ser visibles los cromosomas al condensarse.
- B. *Profase media*. El par de cromosomas se duplica y cada cromosoma se transforma en dos cromátidas.
- C. *Final de la profase*. Los dos pares de cromosomas emigran hacia la placa ecuatorial y en lugar de alinearse en una sola hilera, como sucede en la mitosis, cada homólogo del par se alinea uno al lado del otro. Esta colocación de los 4 cromosomas, se llama *tétrada*. Aquí los cromosomas están unidos, físicamente, y las distintas secciones de los cromosomas homólogos pueden ser intercambiadas. Hemos mostrado este proceso de *sobrecruzamiento* en la figura, con cromosomas en blanco y cromosomas en negro. El sobrecruzamiento es de suma importancia, por que permite a los genes una recombinación de cromosomas homólogos. En esta etapa de la profase se llegan a enganchar los filamentos del huso a los centrómeros o cinetócoros, que atan a los nuevos cromosomas duplicados.
- D. *Metafase*. El sobrecruzamiento de las porciones de los pares homólogos de cromosomas, se completa.
- E. *Anafase*. Los pares homólogos se empiezan a separar, y cada par emigra a un polo.

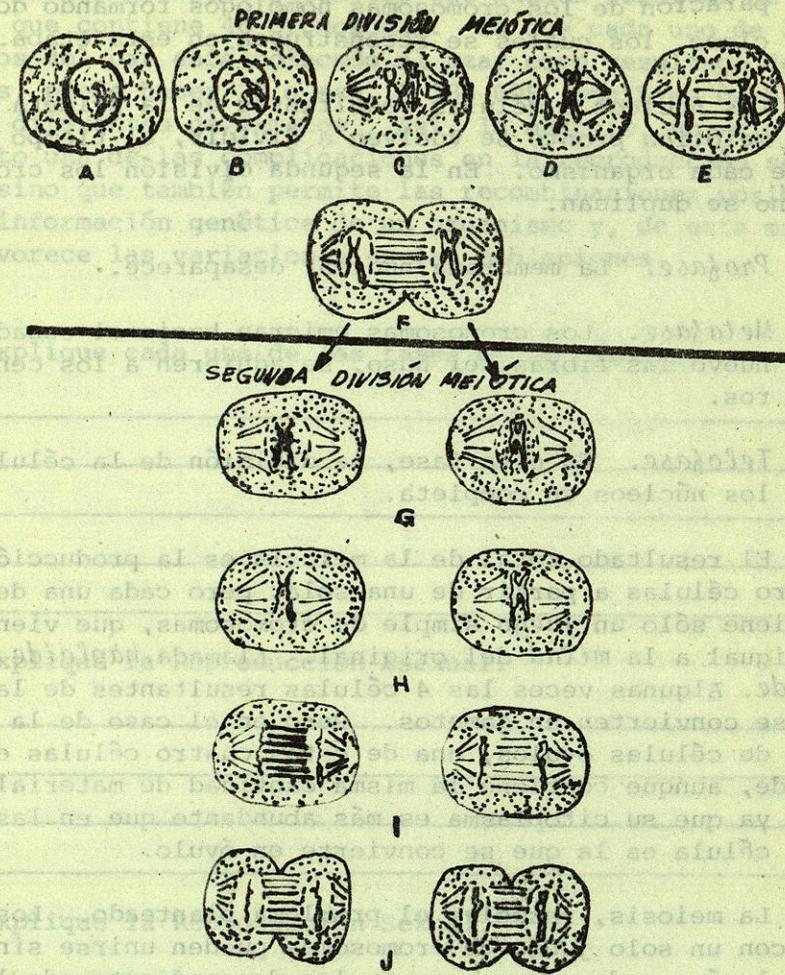


Fig. 14-11. Mecanismo de la meiosis en el cual ocurre una reducción cromática, observe los cambios en los cromosomas los cuales se han dibujado de diferente forma para observar bien los cambios y el proceso de sobrecruzamiento.

F. *Telofase*. A menudo, aunque no siempre, la célula se divide en la telofase, pero siempre se completa la separación de los cromosomas homólogos formando dos núcleos, los cuales se reconstruyen en esta etapa.

Los núcleos o células resultantes de la primera división meiótica pronto se vuelven a dividir, el tiempo depende de cada organismo. En la segunda división los cromosomas no se duplican.

G. *Profase*. La membrana nuclear desaparece.

H. *Metafase*. Los cromosomas emigran hacia el ecuador. De nuevo las fibras del huso, se adhieren a los centrómeros.

I. *Telofase*. En esta fase, la división de la célula y los núcleos se completa.

El resultado total de la meiosis es la producción de cuatro células a partir de una sola, pero cada una de ellas contiene sólo un *juego* simple de cromosomas, que viene a ser igual a la *mitad* del original. Llamada *haploide* o *monoploide*. Algunas veces las 4 células resultantes de la meiosis se convierten en gametos. Pero en el caso de la producción de células óvulos, una de estas cuatro células es más grande, aunque contiene la misma cantidad de material genético ya que su citoplasma es más abundante que en las otras. Esta célula es la que se convierte en óvulo.

La meiosis, resuelve el problema planteado. Los gametos con un solo juego de cromosomas pueden unirse sin aumentar el número de cromosomas en los descendientes de las próximas generaciones. Además de resolver el problema, la meiosis permite comprender otros beneficios que obtienen las poblaciones de organismos que emplean este proceso. Ya hemos visto que el sobrecruzamiento se efectúa en la primera meiosis. En los gametos humanos, que tienen 46 cromosomas, el sobrecruzamiento produce un intercambio de muchos genes. El resultado final es una mayor variación en los descendientes, y por lo tanto, quizás un aumento en las oportunidades

de sobrevivir de la población. Esta variación resultante del sobrecruzamiento parece muy pequeña, si consideramos el número de los diferentes gametos que pueden resultar de una célula que contiene 46 cromosomas. Ya que cada uno de los miembros del par está colocado al azar como resultado de la meiosis, puede haber 23 o sea, 8 388 608, posibles combinaciones diferentes de gametos. Así, la meiosis, no sólo ha resuelto una de las complicaciones en la reproducción sexual, sino que también permite las recombinaciones posibles de la información genética de un organismo y, de esta manera, favorece las variaciones en las poblaciones.

a) Explique cada una de las fases de la mitosis.

b) Explique la Reproducción Asexual.

c) Explique la Reproducción Sexual.

e) Explique el hermafroditismo y la partenogénesis.

f) Explique brevemente la importancia de la meiosis.

14-3 MECANISMOS DE REPRODUCCIÓN EN ALGUNOS ORGANISMOS.

La gran capacidad para reproducirse es el común denominador de los organismos simples, los cuales los podemos encontrar fácilmente en cualquier medio ambiente. Dichos organismos presentan gran variedad de modelos básicos de reproducción; aquí estudiaremos algunos.

Reproducción de bacterias. Como las bacterias carecen de núcleo su DNA se encuentra esparcido en la célula; el tipo de reproducción más común es la *escisión binaria*, o sea la división en "dos" de una bacteria. Otros tipos de bacterias se reproducen por *gemación*, o sea por pequeñas yemas que emergen del cuerpo de la bacteria que se transformarán en bacterias adultas. Otro tipo es por *endosporas*, existen tipos de bacterias que producen las *endosporas*; las cuales son una etapa de la vida de la bacteria. En ocasiones y bajo condiciones adversas, los componentes de la célula bacteriana se reducen y cubren con una capa protectora que se desarrolla en el interior de la célula; la pared celular original se descompone y queda libre la *endospora*, la cual puede vivir en condiciones desfavorables; cuando éstas son

otra vez favorables, la cubierta de la endospora se abre y la "misma" bacteria emerge. Note la diferencia entre este tipo de reproducción y el tipo de reproducción por esporas de los hongos. (Fig. 14-12).

Reproducción "sexual" de las bacterias. Como dijimos, la principal ventaja de la reproducción sexual es que permite en una nueva población la combinación de genes diferentes. Esta recombinación produce una mayor variedad que ayuda a la población a sobrevivir a pesar de los cambios del medio ambiente.

El primer mecanismo de recombinación genética en bacterias se llama "*transformación*", en la cual ocurre recombinación a partir del DNA de una célula muerta creando nuevas características en células adyacentes vivas. Este mecanismo se descubrió en los estudios con neumococos de *Griffith*, el crió una cepa de neumococos sin cápsula en medios de cultivo que contenía células muertas con neumococos productores de cápsulas; el cultivo produjo neumococos con una nueva característica, las bacterias sin cápsulas llegaron a ser productoras de cápsulas. Dicha nueva cepa se produjo como consecuencia de la entrada del DNA de las células muertas a las células vivas creando dicha característica.

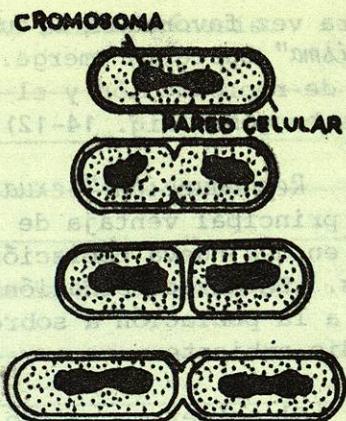
El 2º mecanismo de recombinación es el de *conjugación*, en el cual dos bacterias se unen físicamente por un puente citoplasmático, y al estar así unidas, transmiten su material genético de una a otra.

El 3er. mecanismo de recombinación puede ocurrir como resultado de una infección *viral*. El ácido nucleico viral acarrea información genética que es transcrita y usada dentro de la célula bacterial, y así puede producirse una nueva combinación de genes. (Fig. 14-13).

Reproducción de algas verde-azuladas. Las algas verde-azuladas se encuentran en todos los medios donde existe humedad y luz, en ellas no se ha observado la reproducción sexual. La reproducción asexual se efectúa principalmente por *división binaria* como las bacterias.

Fig. 14-12

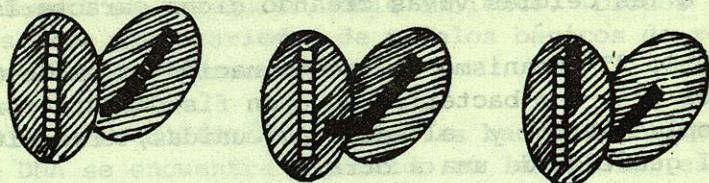
Escisión binaria en bacterias.



Transformación.



Conjugación.



Transducción.

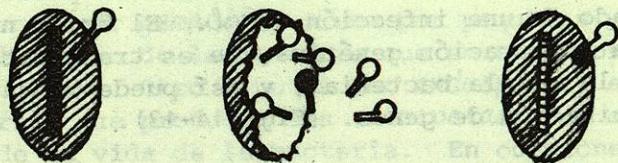


Fig. 14-13 Mecanismos por los cuales las bacterias obtienen combinaciones de genes.

REPRODUCCIÓN DE ALGAS Y HONGOS.

Reproducción de *Chlamydomonas*.- *Chlamydomonas* es un alga verde unicelular que nada en el agua por medio de dos flagelos. Muchas algas "verdes" se reproducen alternativamente por el método sexual y asexual. La reproducción asexual por mitosis celular. Específicamente, el interior de la célula *Chlamydomonas* empieza a dividirse produciendo dos o cuatro copias pequeñas de la célula original. Finalmente, se rompe la célula; las células hijas crecen y luego repetirán lo mismo. (Fig. 14-14).

En cierta etapa del ciclo de *Chlamydomonas*, la división celular aumenta considerablemente y se produce un gran número de pequeñas células. Estas células parecen ser gametos porque al ser liberadas dos de ellas se fusionan y dan lugar a una célula más grande: el cigoto. Se forma un nuevo individuo por reproducción sexual. Poco después de la fecundación (la fusión de los gametos), el nuevo cigoto forma una pared exterior dura que lo rodea. Sirve para proteger a la célula en condiciones adversas al medio y de este modo ayuda a la supervivencia de la población. Dentro de la cubierta, el cigoto que tiene un doble juego de cromosomas sufre una meiosis. De esto resultan cuatro células presentando cada una un juego de cromosomas. Son liberadas en el agua, ya libres continúan reproduciéndose asexualmente hasta que vuelven a producir gametos, con lo que se iniciará de nuevo la fase sexual de la reproducción.

Spyrogyra. Normalmente se reproduce asexualmente por división meiótica celular. Aunque en el caso especial de esta alga, cada célula nueva permanece adherida a la célula original formando un filamento largo de células. Ocasionalmente, el filamento se romperá y al repetirse la división celular crecerán más filamentos. La reproducción por este método se efectúa abundantemente en los meses de verano, produciendo la "lama" que se ve en los pequeños charcos. Durante el otoño (como resultado de algún factor del medio), algunas células de filamentos adyacentes empiezan a desarrollar protuberancias en sus paredes celulares. Estas, finalmente, se convierten en puentes entre dos filamentos a tra