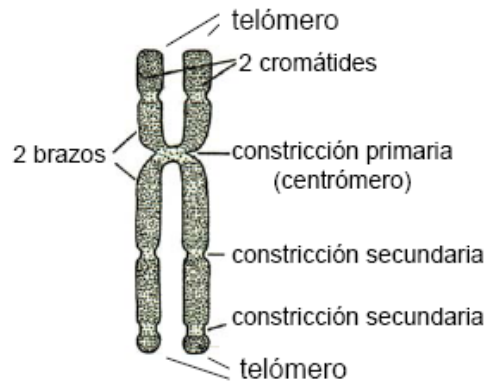


Características generales

- ⇒ **CROMOSOMA**: estructura responsable del almacenamiento, transmisión y expresión de la información genética. En él se encuentran los genes.
- ⇒ En el cromosoma en interfase observamos una maraña de filamentos → cromatina.
- ⇒ En división la cromatina se condensa y forma el cromosoma metafísico.
- ⇒ La **cromatina** y el **cromosoma** son dos estados morfológicos diferentes de la **misma entidad celular**: el ADN.
- ⇒ Las secuencias necesarias un en cromosoma eucariota son:
 - ⇒ **Telómero**: los extremos del cromosoma.
 - ⇒ El **origen de replicación**
 - ⇒ **Centrómero**



- ⇒ Cada cromosoma tiene una forma definida que se mantiene a lo largo de las divisiones. Si bien la forma del cromosoma a lo largo del ciclo celular cambia. Se estudia la morfología del cromosoma en metafase.
- ⇒ Es muy fácil detener las divisiones en metafase: se añade al cultivo un alcalino (**colchicina**), que impide la polimerización de los microtúbulos, con lo que el huso acromático se desestructura y la mitosis queda detenida en metafase. Es la fase en la que el cromosoma está más condensado.
- ⇒ Posición del centrómero:
 - ⇒ **Metacéntrico**: centrómero equivalente a los telómeros.
 - ⇒ **Submetacéntrico**: (centrómero desplazado hacia uno de los telómeros)
 - ⇒ **Acrocéntrico**: Centrómero muy desplazado hacia uno de los telómeros.
 - ⇒ Determina el índice centromérico: relación existente entre la longitud de los brazos largos del cromosoma y la longitud total.
 - ⇒ **Brazos cortos** → brazo p
 - ⇒ **Brazos largos** → brazo q
 - ⇒ **Brazos iguales** → uno brazo p y otro brazo q.
 - ⇒ Para:
 - ⇒ Metacéntricos: $p = q$
 - ⇒ Submetacéntricos: $p < q$
 - ⇒ Acrocéntricos: $p \lll q$
- ⇒ **Constricciones**
 - ⇒ En los cromosomas existen diferentes constricciones en las cromátides:
 - ⇒ **PRIMARIA**: centrómero, presente en todos los cromosomas.
 - ⇒ **SECUNDARIA** (sólo en algunos): adelgazamiento de las cromátides. Siempre se dan en la misma localización y de forma simétrica en las dos cromátides.
 - ⇒ En humanos, las constricciones secundarias se dan en cromosomas acrocéntricos (13, 14, 15, 21 y 22). Estos cromosomas tienen en los satélites los ADN organizadores nucleolares.
- ⇒ El **número de cromosomas** es **característico** de la especie:
 - ⇒ *Ascaris*: 1 cromosoma
 - ⇒ *Mariposa*: 190 cromosomas
 - ⇒ *Mamíferos*: 15 – 50 cromosomas
 - ⇒ *Hombre*: 46 cromosomas. Dotación diploide en células somáticas (2n) y en los gametos dotación haploide (n)

Ultraestructura

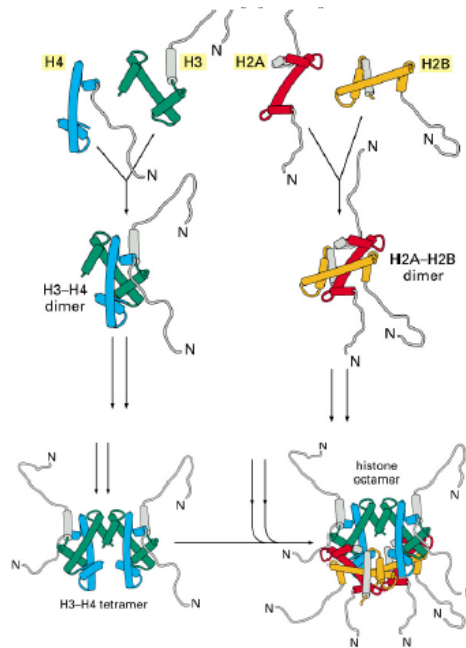
- ⇒ Los **cortes ultrafinos** de microscopio electrónico permiten sólo **visiones parciales**. Se ven unos acúmulos y fibras apretadas cortadas en múltiples puntos. La más gruesa es de 30 nm.

Composición química

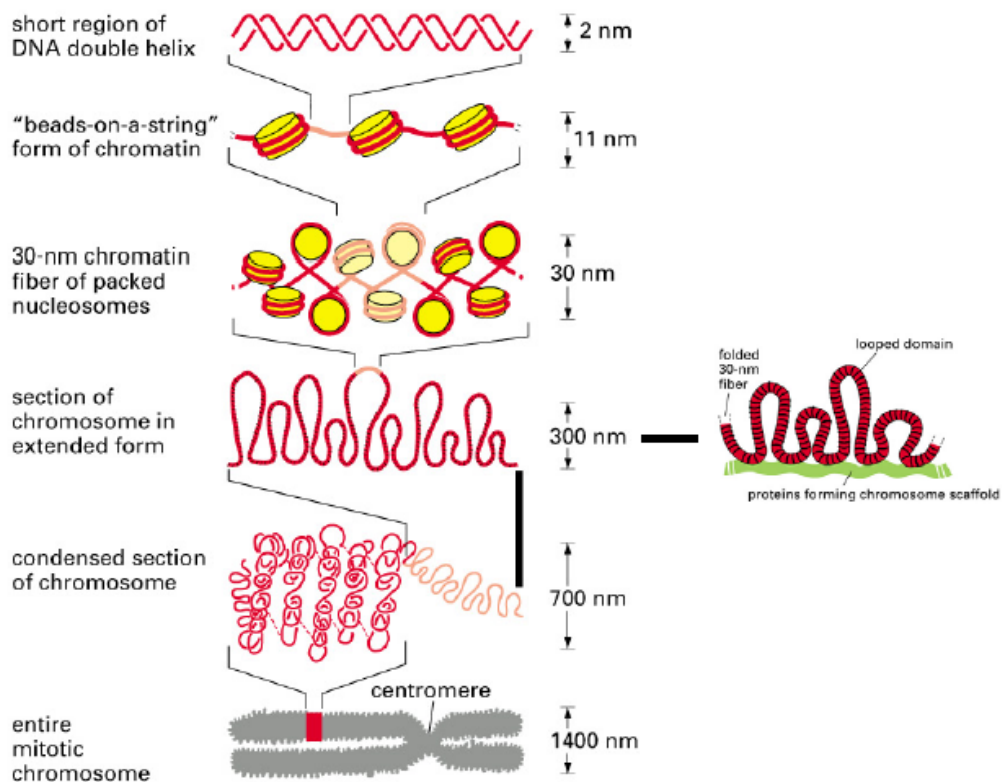
- ⇒ **ADN**
 - ⇒ Una molécula en interfase
 - ⇒ Dos moléculas en metafase
- ⇒ **Proteínas**
 - ⇒ **Histonas**: proteínas estructurales
 - ⇒ **No histonas**: proteínas estructurales y no estructurales (replicación, reparación, modificación del ADN y transcripción y regulación)
- ⇒ **ARNs**
 - ⇒ No constituyente. Restos de ARN_{nn}, transcritos primarios...
- ⇒ **Histonas (proteínas nucleosomiales)**
 - ⇒ **H_{2A}, H_{2B}, H₃ y H₄**: son proteínas pequeñas muy conservadas en la evolución, sobre todo H₃ y H₄. Casi todos sus aminoácidos interaccionan con el ADN. Función importante para la formación del cromosoma.
 - ⇒ La **histona H₁** ha evolucionado más:
 - ⇒ Tiene **dos partes**:
 - ⇒ **Estructura globular** (se une al octámero de histonas)
 - ⇒ **Dos brazos** (los extremos N-t y C-t) (se une a la fibra contigua de ADN).
 - ⇒ **Función**: compactar más la cromatina.

Organización molecular

- ⇒ Según el momento celular tiene una cromátide o dos.
- ⇒ La longitud del cromosoma 22 es de 2 µm, con una molécula de ADN de 1'5 cm. Existe una gran **COMPACTACIÓN**:
 - ⇒ Dispone las grandes moléculas de ADN de forma ordenada dentro del núcleo.
 - ⇒ La forma exacta de una molécula de ADN de una región determina la actividad de sus genes.
- ⇒ El filamento se debe plegar. Existirán niveles de compactación de la cromatina.
 - ⇒ **Primer nivel**: unión de histonas-ADN (nucleosomas). Filamento de 11 nm de espesor. Da 1'65 vueltas hacia la izquierda. Se denomina **fibra nucleosómica de 11 nm** o **collar de perlas**.
 - ⇒ Ensamblaje del octámero de histonas

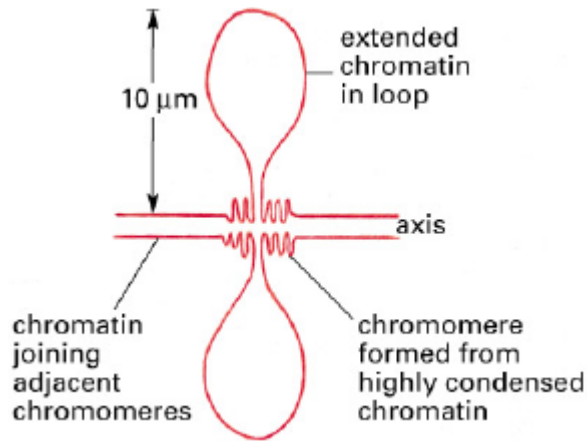


- ⇒ **Segundo nivel:** se necesita la colaboración de la H₁.
 - ⇒ La histona H₁
 - ⇒ Establece una unión mediante la zona globular al octámero.
 - ⇒ Las colas contactan con los nucleosomas adyacentes.
 - ⇒ Se forma la fibra de 30 nm: intervienen también las colas N-t de las proteínas histonas de los nucleosomas con otros adyacentes.
 - ⇒ La que más se observa al microscopio electrónico. Toda la fibra no tienen el mismo grosor porque existen lugares de ADN espaciador donde se sitúan otras proteínas no nucleosómicas (complejos remodeladores, de transcripción...)
 - ⇒ Los complejos remodeladores intervienen en la remodelación de la cromatina. Parece ser que la unión del nucleosoma al ADN no es estable, con lo que puede cambiar su unión al ADN por la acción de estos remodeladores. La unión se hace más laxa y permite el acceso al ADN de otras proteínas.
 - ⇒ Producido por cambios en las H_{2A}, H_{2B}. Las histonas H₃ y H₄, no cambian su configuración. Se produce un cambio en la estructura para regular la transcripción, traducción y regulación del ADN.
- ⇒ **Tercer nivel:** la fibra de 30 nm se asocia con proteínas no histonas formando bucles.
 - ⇒ Los bucles son de tamaño desigual y parece ser que siempre se forman igual y depende de los dominios de la cromatina que haya (de los genes).
 - ⇒ Posee 300 nm de anchura.
- ⇒ **Cuarto nivel:** cromosoma mitótico. La fibra de 300 nm se compacta todavía más y forma una fibra de 700 nm.
 - ⇒ La fibra de 300 nm se enrolla en espiral alrededor de un eje proteico no histónico, alcanzando un diámetro de 700 nm → el espesor de una cromátide.
- ⇒ El **cromosoma final** posee un diámetro de 1400 nm → la cromatina está inactiva debido a su condensación. El ADN se compacta unas 10000 veces al final de todo el proceso.

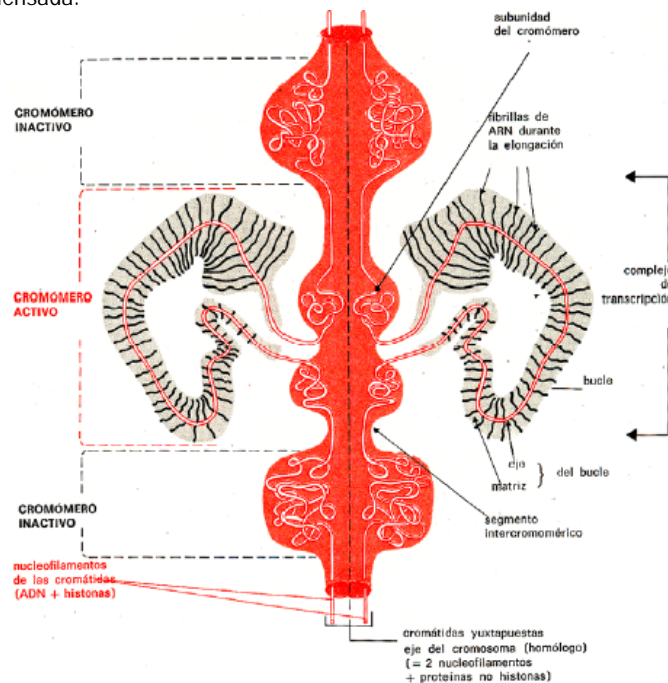


Cromosomas especiales

- ⇒ Los cromosomas son activos en interfase, profase y telofase.
- ⇒ En el ser humano, en el núcleo interfásico, los cromosomas forman un granulado, no se ve la transcripción, el plegamiento, etc.
- ⇒ En otras especies sí se puede observar la transcripción. En los **cromosomas plumosos** y los **cromosomas politénicos**.
- ⇒ **Cromosoma plumoso**
 - ⇒ Cromosomas gigantes, visibles a simple vista y microscopios ópticos que se encuentran en los ovocitos de los anfibios.
 - ⇒ Son cromosomas que miden entre 1200 y 1500 μm y que se encuentran en meiosis (profase de la primera división meiótica, en diploteno).
 - ⇒ Están formados por un eje del que surgen bucles. Esta estructura se mantiene estable.
 - ⇒ En el diploteno, los cromosomas están unidos formando quiasmas. Cromosomas formados por cuatro cromátidas (Tetraplex).
 - ⇒ **Organización**
 - ⇒ Cromatina muy condensada formando cromómeros (cromatina inactiva)
 - ⇒ Cromatina descondensada formando bucles de cromatina (cromatina activa)
 - ⇒ Cuando una región de una cromátide se descondensa también lo hace la de la otra cromátide.

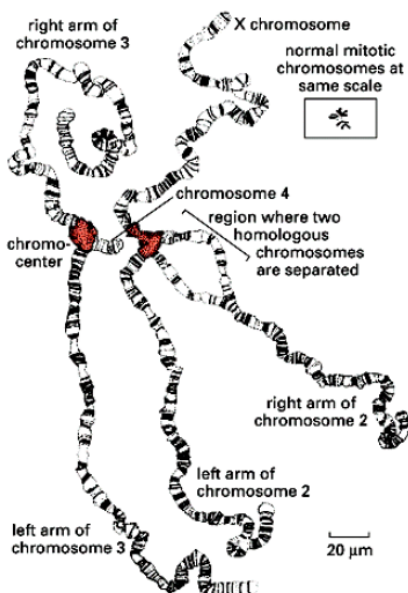


- ⇒ Para que la cromatina se transcriba debe estar descondensada, se dobla en bucles formando dominios (1 a 7 genes).
- ⇒ La cromatina que se encuentra entre dos **chromomeres** se denomina segmento **interchromomérico**.
- ⇒ Forman estructuras en **árbol de Navidad**, el ARN_m que se forma cuando se transcribe la cromatina descondensada.



- ⇒ Las proteínas que se acomplejan con el ADN forman la matriz.
- ⇒ **CROMOSOMAS PLUMOSOS**: detenidos en la profase de la meiosis. Activos.

⇒ **Cromosoma politénico**

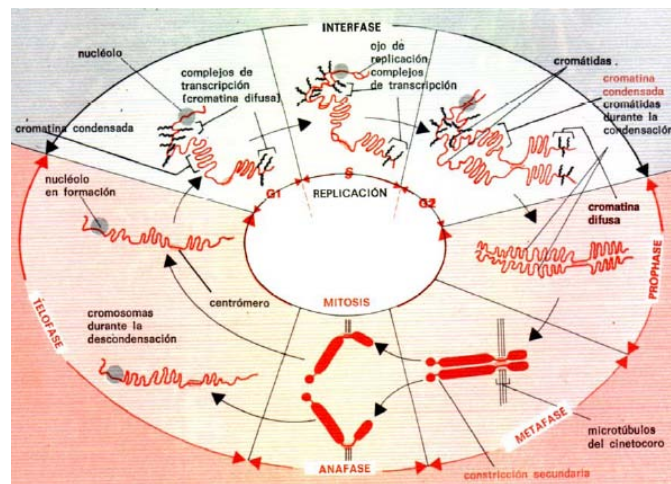


- ⇒ Cromosomas interfásicos.
- ⇒ Se encuentran en las glándulas salivares de las larvas de las moscas.
 - ⇒ Existen células gigantes en las que se replican los cromosomas sin que les siga la división celular.
 - ⇒ Las cromátidas quedan unas al lado de las otras formando cromosomas muy gruesos. En *Drosophyla* hay cuatro pares de cromosomas que pueden dividirse hasta 10 veces sin la consiguiente división celular y formar cromosomas con 1024 cromátidas.
- ⇒ Poseen bandas de colores:

- ⇒ Banda más oscura: zonas de cromatina descondensada, donde puede haber más proteínas. **Bandas**
- ⇒ Banda más clara: zonas de cromatina menos condensada. **Interbandas**.
- ⇒ Se descondensan todas las cromátidas para producir una proteína.
 - ⇒ La estructura se denomina "puff" o **anillo de Baldiani**.
 - ⇒ Para transcribir y producir la proteína.
- ⇒ La cromatina está desplegada para poderse transcribir (en interfase), en fibras menores de 30 nm.
- ⇒ Se supone que en los núcleos interfásicos de los mamíferos se producen situaciones similares. El proceso está altamente regulado.

Ciclo del cromosoma

- ⇒ G1 → 2n; 2C
- ⇒ S → 2n; 2C o 4C
- ⇒ G2 → 2n; 4C
- ⇒ Profase → 2n; 4C
- ⇒ Metafase → 2n; 4C
- ⇒ Anafase → 4n; 4C
- ⇒ Telofase → 4n; 4C que pasarán a 2 x (2n; 2C)



Cromosomas interfásicos

- ⇒ Parece no haber organización dentro del núcleo.
- ⇒ Los cromosomas se encuentran desperdigados y sin orden.

