

14 Modelo de solenoide. Para la formación del solenoide es imprescindible la histona H1, que forma el eje central de la fibra de 300 Å.

bandas no está claro en muchas especies. Sí se conoce en los llamados  **cromosomas gigantes**, como los de las glándulas salivales de *Drosophila*; en ellos, cada banda clara corresponde a un gen (ver documento 3).

### ■ Estructura de los cromosomas

Los cromosomas están constituidos por una fibra de ADN de unos 300 Å de diámetro, que se encuentra fuertemente replegada. Esto permite concentrar una gran cantidad de ADN en un pequeño volumen, lo que facilita su movilidad durante la división del núcleo. Actualmente se acepta el modelo del solenoide para explicar la estructura de la fibra de 300 Å, mientras que a los siguientes niveles de condensación, todavía desconocidos, se los denomina «niveles superiores de empaquetamiento».

#### a) La fibra de cromatina de 300 Å

La fibra de cromatina de 300 Å es el segundo nivel de empaquetamiento. Se forma por el arrollamiento sobre sí misma de la fibra condensada de cromatina de 100 Å, es decir, fibras que contienen histonas H1. Según el modelo del solenoide, que es el más aceptado, se invierten unos seis nucleosomas por vuelta y las histonas H1 se agrupan entre sí, formando el eje central de la fibra de 300 Å (fig. 14). Esto implica un acortamiento de, aproximadamente, cinco veces la longitud del «collar de perlas». En el núcleo interfásico, la mayor parte de la cromatina (eucromatina) está en forma de fibras de 100 Å. En los cromosomas el nivel más bajo de empaquetamiento es la fibra de 300 Å.

#### b) Niveles superiores de empaquetamiento

Con el empaquetamiento que supone la fibra de 300 Å sólo se consigue reducir entre 35 y 40 veces la longitud de la fibra de ADN. Sin embargo, el grado

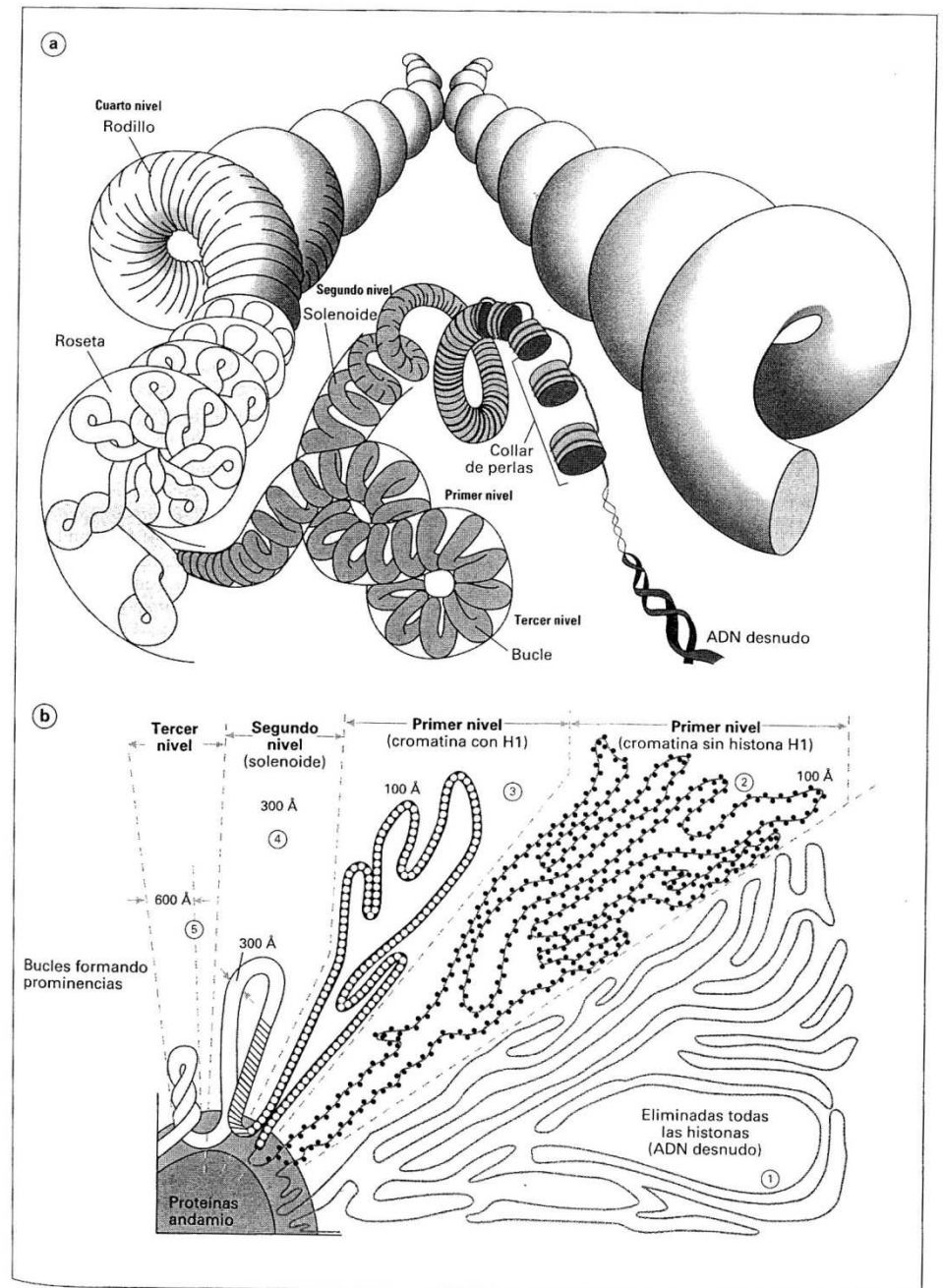
de empaquetamiento en el núcleo es del orden de 100 a 1.000, y en los cromosomas es casi de 10.000. Por ejemplo, un cromosoma humano que mide sólo 5,5 µm de longitud, posee 4 cm de fibra de ADN, lo que supone una reducción del orden de 7.000.

Se ha observado que la fibra de 300 Å forma una serie de **bucles**, de entre 20.000 y 70.000 pares de bases de longitud, que posiblemente estabilizan ciertas proteínas del eje del cromosoma. Muchos autores consideran que en el cromosoma existe un eje de proteínas no histónico, el llamado **armazón central**, o **andamio**, sobre el que se anclan los bucles (fig. 15). Los **dominios estructurales en forma de bucles** constituyen el tercer nivel de empaquetamiento. Se encuentran arrollados sobre sí mismos, formando prominencias de unos 600 Å de diámetro.

Aún no se conoce bien cuáles son los siguientes niveles de empaquetamiento. En 1990 se propuso un modelo de estructura del cromosoma, según el cual seis bucles forman una estructura retorcida, llamada **roseta**, y treinta rosetas seguidas, dispuestas en espiral, forman un **rodillo**, que constituye el cuarto nivel de empaquetamiento. El quinto y último nivel, el **cromosoma**, estaría formado por la sucesión de rodillos. Según este modelo, las bandas de diferente coloración que se aprecian en algunos cromosomas se deben al grado de compactación de los rodillos entre sí.

### ■ Función de los cromosomas

La función básica de los cromosomas es facilitar el reparto de la información genética contenida en el ADN de la célula madre entre sus dos células hijas. Para ello previamente se ha de duplicar esta información. El ADN de los cromosomas se halla inactivo, ya que está tan fuertemente empaquetado que no puede transcribirse. Sólo en algunos casos, como en los



15 a) Esquema hipotético de la estructura del cromosoma. b) Diferentes niveles de empaquetamiento, desde el ADN desnudo hasta los bucles o tercer nivel de empaquetamiento.