

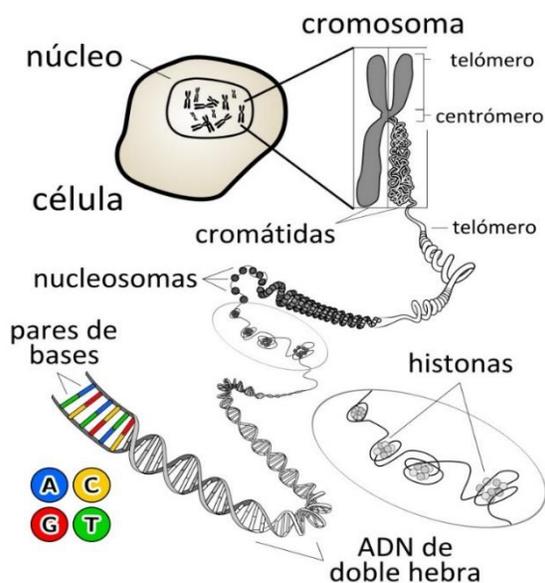


Lectura: **Características estructurales del DNA y su organización en genes y cromosomas**

Elaborada por: M. en D. Norma Cabrera Torres

Los principales portadores de información genética en las células eucariotas son los **cromosomas**, los cuales se forman dentro del núcleo celular, son estructuras altamente organizadas formadas por **DNA** y **proteínas**, constituyen la unidad molecular estructural del genoma de las células eucarióticas.

Aunque cromosoma significa “cuerpo coloreado”, el término se refiere a la facilidad para ser teñidos por ciertos colorantes. En la década de 1880, los microscopios ópticos habían sido mejorados de manera tal que científicos como el biólogo alemán Walther Fleming observó los cromosomas durante la división celular. En 1903, el biólogo estadounidense Walter Sutton y el biólogo alemán Theodor Boveri notaron independientemente que los cromosomas eran los portadores físicos de los genes, correspondientes a aquellos factores genéticos que Gregor Mendel descubrió en el siglo XIX.



Cuando una célula no está en proceso de división, los cromosomas están presentes, pero en una forma extendida y parcialmente desenrollada denominada **cromatina** que consiste en largos y delgados hilos aglomerados, con apariencia granular cuando se observan al microscopio electrónico. Durante la división celular, las fibras de cromatina se condensan y los **cromosomas** se hacen visibles

(cromosomas metafásicos)

Imagen 1 Descomposición gráfica del cromosoma (KES47, 2010)



Los cromosomas y la cromatina (Imagen 1) son dos estados diferentes de la misma sustancia, formada por nucleoproteínas.

En los eucariontes la cromatina está formada por DNA constituida por moléculas extremadamente largas (más de un metro en el caso del ser humano, considerando sus 46 cromosomas), que deben ser compactadas y organizadas dentro de un núcleo extremadamente pequeño.

La estructura de la cromatina fue dilucidada por Arthur Kornberg (1974) empleando a la DNasa, enzima que rompe a los cromosomas en fragmentos pequeños a los que denominó **nucleosomas** (Ver Imagen 2) El DNA se enrolla en esta estructura proteica, cada nucleosoma es un octámero formado por dos unidades de las **proteínas histonas** H2A, H2B, H3 y H4 y continúa luego con una fracción de DNA ligador (linker) que se asocia con la histona H1 que es un protector de la estabilidad del genoma.

Durante el ciclo celular, las histonas son sintetizadas en el citoplasma antes de la replicación del DNA.

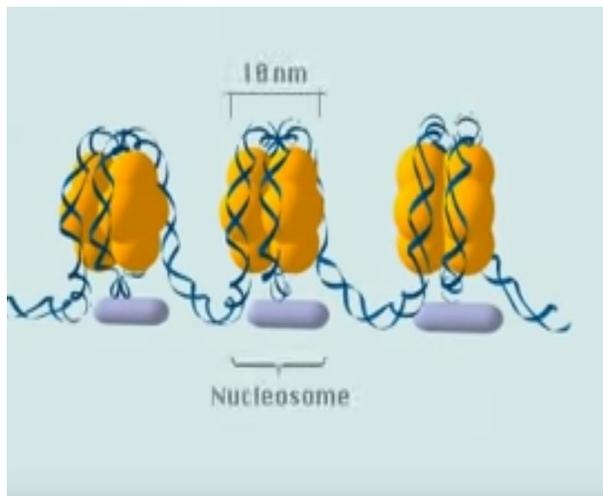


Imagen 2 Nucleosoma (Iglesias, 2014).

En esta etapa el material genético se observa como un collar de perlas en el siguiente nivel de empaquetamiento, los **nucleosomas** se apilan unos con otros. (Ver Imagen 2)

1) La cromatina se puede condensar aún más, se reconocen dos tipos de cromatina en el núcleo interfásico. La **eucromatina** que corresponde a segmentos del material genético en su estado más

difuso y en ellos se realizan los procesos de **transcripción** activa, y la **heterocromatina** que fija mejor los colorantes presenta mayor grado de condensación y menor actividad. (Ver Imagen 3).

Es posible que una alteración en el DNA, en los nucleosomas esté relacionada con algunas enfermedades (enfermedades epigenéticas). La primera evidencia experimental, se obtuvo cuando se comprobó la existencia de cambios en la metilación del DNA en algunos casos de cáncer, Feinberg y Vogelstein, 1983, citado por (Franco, 2009)

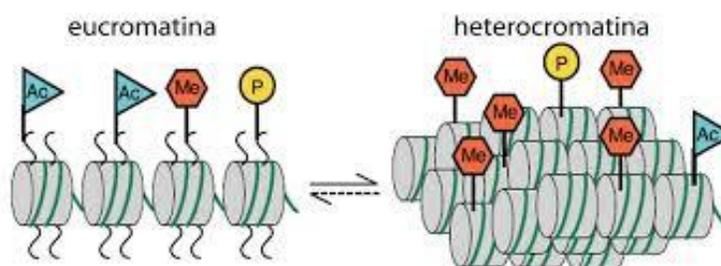


Imagen 3 Eucromatina y heterocromatina
(Delgado-Coello, 2011)

Esto da origen a una fibra lineal a partir de la cual se construyen los siguientes niveles de compactación de la cromatina: la fibra de 30 nm, los lazos, y los lazos de lazos. (ver Imagen 4)

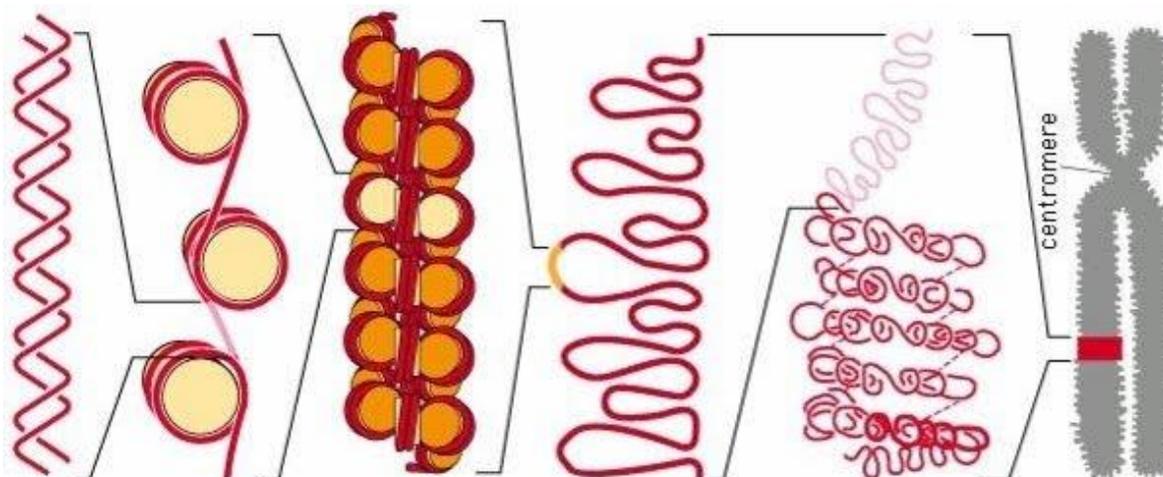


Imagen 4 Diferentes niveles de compactación (Asasia, 2008)



Cuando una célula se divide, bien por mitosis o por meiosis, el grado último de compactación es el **cromosoma mitótico** o meiótico mismo, respectivamente. Cada cromosoma (Ver Imagen 5) está formado por dos estructuras idénticas llamadas **cromátidas**, que le dan la característica de apariencia simétrica en X. Las cromátidas están unidas entre sí por una región llamada **centrómero**.

Los centrómeros son regiones específicas de los cromosomas de los eucariontes que se hacen visibles durante la condensación de los cromosomas, están formados por un complejo de DNA y proteínas a los cuales se unen las fibras del huso acromático y mueven a los cromosomas hacia los polos durante los diferentes procesos de división celular (mitosis y meiosis).

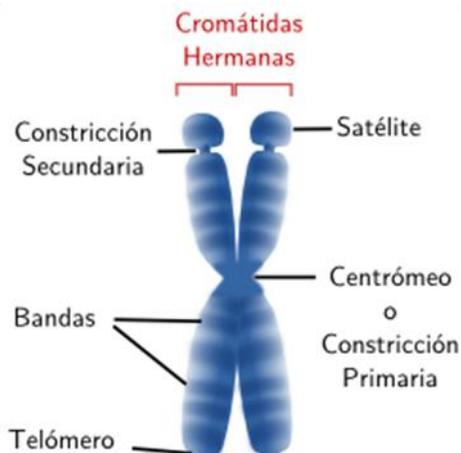


Imagen 5 Estructura del cromosoma

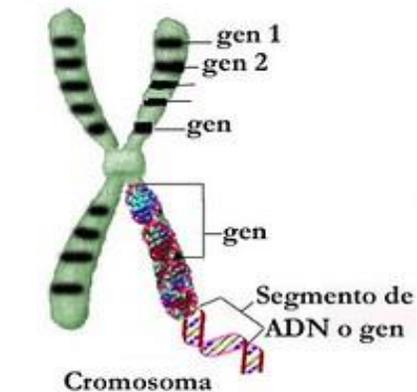
(Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, 2017)

Los **telómeros** son las partes terminales de los cromosomas, están conformados por un complejo especial DNA-proteína, y son esenciales ya que proveen de estabilidad a los cromosomas, estos fueron identificados por Hermann Müller en 1930.



Los cromosomas están formados por largas cadenas de moléculas de ácido desoxirribonucleico DNA. Estas cadenas se dividen en segmentos funcionales con información particular conocidos como **genes** (Ver imagen 6).

El gen es la unidad de almacenamiento y transmisión de información de la herencia de las especies, es el fragmento más pequeño de una molécula de DNA que posee información completa para un carácter determinado. Cada gen tiene una localización específica en un determinado cromosoma.



fuelle: diseño Carmen Eugenia Piña L.

Imagen 6 Cromosoma
(Piña, 2015)

Cada organismo tiene por lo menos dos formas de cada gen, llamadas **alelos**, uno procedente del padre y otro de la madre. Pueden tener la misma información o distinta. Su posición en el cromosoma se conoce como **locus** (del latín locus, lugar, plural loci).

Los genes determinan las características hereditarias de una especie de generación en generación y a la vez expresan en cada generación la información hereditaria que se encuentra en las secuencias de nucleótidos del DNA, expresión que especifica la secuencia de aminoácidos de las proteínas. Las proteínas son los productos de los genes. El **Genoma** es el conjunto de genes incluidos en todos los cromosomas, caracteriza la naturaleza de un organismo vivo.

Las modificaciones que afectan a cómo el material genético se empaqueta y utiliza, sin cambiar la información genética, se denominan modificaciones epigenéticas. Las alteraciones epigenéticas en cáncer incluyen patrones alterados de modificación de histonas. Estas alteraciones principalmente resultan en el silenciamiento de genes reguladores clave para la proliferación celular normal. Las modificaciones epigenéticas y su posible aplicación en el diagnóstico y tratamiento del cáncer son temas de investigación muy activos.



Referencias

- Asasia. (06 de agosto de 2008). *Estructuras cromatina*. Obtenido de Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estructuras_cromatina.png
- Curtis, H. B. (2007). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Delgado, V. M. (2009). Modificaciones de la cromatina, regulación génica y cáncer. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*. Obtenido de <http://analesranf.com/index.php/mono/article/viewArticle/813>
- Delgado-Coello, B. A. (enero-marzo de 2011). ¿Qué es la epigenética? *Ciencia*, 73-82. Obtenido de https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62_1/PDF/12_Epigenetica.pdf
- Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. (09 de 09 de 2017). *Atlas de la Histología Vegetal y Animal*. (F. d. España, Editor) Recuperado el 2019, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/imagenes/8-cromosomas-partes.png>
- Franco, V. L. (2009). Enfermedades epigenéticas: desde el cáncer hasta la sordera. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.fis.Nat. (Esp)*, Vol. 103.(Nº.1), 79-96. Recuperado el 04 de 2019, de <http://www.rac.es/ficheros/doc/00918.pdf>
- Griffiths, A. J. (2008). *Genética*. España: McGraw Hill Interamericana.
- Guerrero, M. V. (diciembre de 2009). Epigenetica la esencia del cambio. *¿Como ves?*(133). Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/133/epigenetica-la-esencia-del-cambio>
- Iglesias, G. M. (3 de noviembre de 2014). *Desde Mendel hasta las moléculas Blog educativo Leyes de Mendel, genética clásica y molecular*. (B. Educativo., Editor) Recuperado el 2019, de <https://genmolecular.com/empaquetamiento-de-los-cromosomas-y-cromatina/>
- Jiménez, L. F. (2006). *Conocimientos fundamentales de Biología* (Vol. I). México: Pearson Educación.
- KES47. (3 de Julio de 2010). Descomposición gráfica de un cromosoma. Wikipedia Commons. Obtenido de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10794389>
- Piña, L. C. (2015). Cromosoma. Obtenido de <https://search.creativecommons.org/photos/453195a9-9384-4dd4-9c03-f26761e55a94>
- Rodríguez A. R., A. C. (2016). *Conceptos básicos de genética*. México: Facultad de Ciencias. UNAM.
- Solomon, E. L. (2013). *Biología*. México: Cengage Learning Editores.
- Asasia. (06 de agosto de 2008). *Estructuras cromatina*. Obtenido de Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estructuras_cromatina.png
- Curtis, H. B. (2007). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.



- Delgado, V. M. (2009). Modificaciones de la cromatina, regulación génica y cáncer. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*. Obtenido de <http://analesranf.com/index.php/mono/article/viewArticle/813>
- Delgado-Coello, B. A. (enero-marzo de 2011). ¿Qué es la epigenética? *Ciencia*, 73-82. Obtenido de https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62_1/PDF/12_Epigenetica.pdf
- Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. (09 de 09 de 2017). *Atlas de la Histología Vegetal y Animal*. (F. d. España, Editor) Recuperado el 2019, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/imagenes/8-cromosomas-partes.png>
- Franco, V. L. (2009). Enfermedades epigenéticas: desde el cáncer hasta la sordera. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.fis.Nat. (Esp)*, Vol. 103.(Nº.1), 79-96. Recuperado el 04 de 2019, de <http://www.rac.es/ficheros/doc/00918.pdf>
- Griffiths, A. J. (2008). *Genética*. España: McGraw Hill Interamericana.
- Iglesias, G. M. (3 de noviembre de 2014). *Desde Mendel hasta las moléculas Blog educativo Leyes de Mendel, genética clásica y molecular*. (B. Educativo., Editor) Recuperado el 2019, de <https://genmolecular.com/empaquetamiento-de-los-cromosomas-y-cromatina/>
- Jiménez, L. F. (2006). *Conocimientos fundamentales de Biología* (Vol. I). México: Pearson Educación.
- KES47. (3 de Julio de 2010). Descomposición gráfica de un cromosoma. Wikipedia Commons. Obtenido de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10794389>
- Piña, L. C. (2015). Cromosoma. Obtenido de <https://search.creativecommons.org/photos/453195a9-9384-4dd4-9c03-f26761e55a94>
- Rodríguez A. R., A. C. (2016). *Conceptos básicos de genética*. México: Facultad de Ciencias. UNAM.
- Solomon, E. L. (2013). *Biología*. México: Cengage Learning Editores.