

**COLÉGIO ESTADUAL HELENA KOLODY – E.M.P.
TERRA BOA - PARANÁ**

CAPÍTULO 11

CROMATINA, CROMOSSOMOS E A DIVISÃO CELULAR

Pág. 135

Professora Leonilda Brandão da Silva

E-mail: leonildabrandaosilva@gmail.com

<http://professoraleonilda.wordpress.com/>



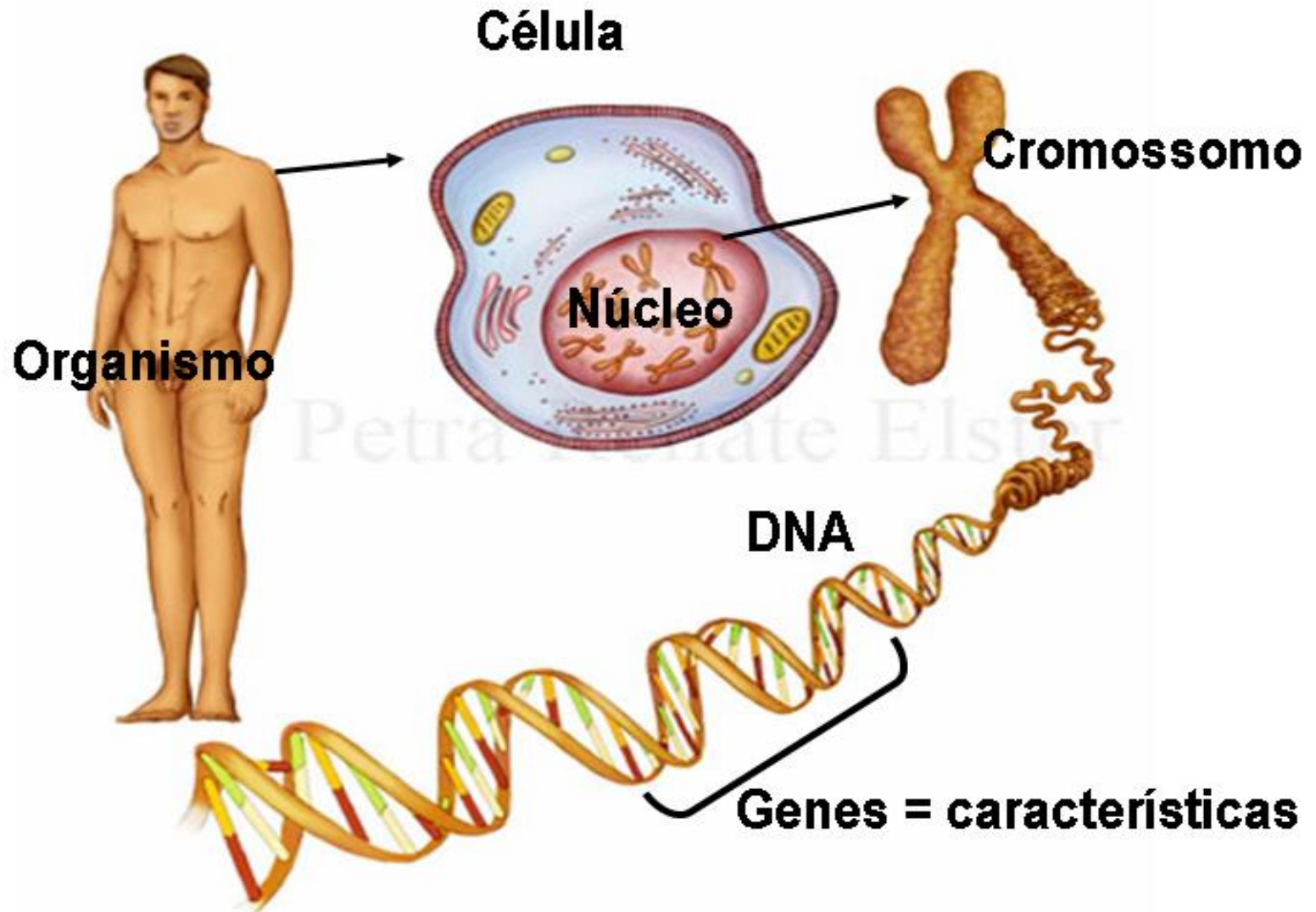
A estrela-do-mar (*Echinaster luzonicus*) está se regenerando a partir de um único braço. Essa capacidade de regeneração depende de um tipo de **divisão celular, a mitose**.

Já os gametas (células reprodutivas) dessa estrela-do-mar são produzidos por outro tipo de **divisão celular, a meiose**.

PROBLEMATIZAÇÃO

- O que são cromossomos? E cromatina?
- Quantos cromossomos temos em cada uma de nossas células?
- Como é chamado o par de cromossomos que identifica o sexo? Quais são eles?
- Quem determina o sexo da criança, o pai ou a mãe?

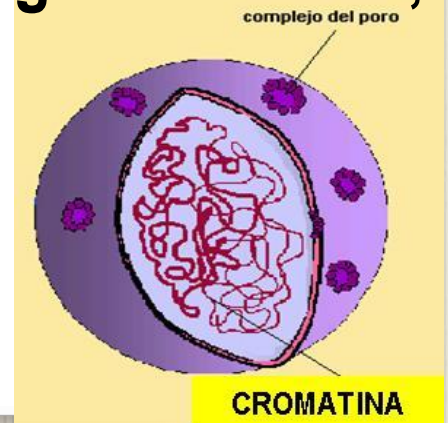
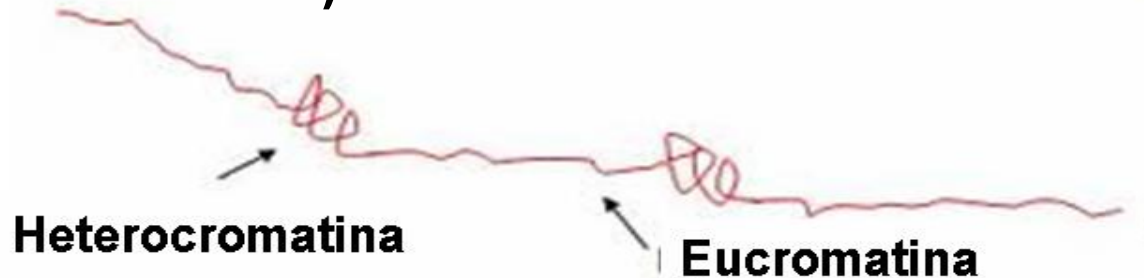
CROMATINA = CROMOSSOMOS



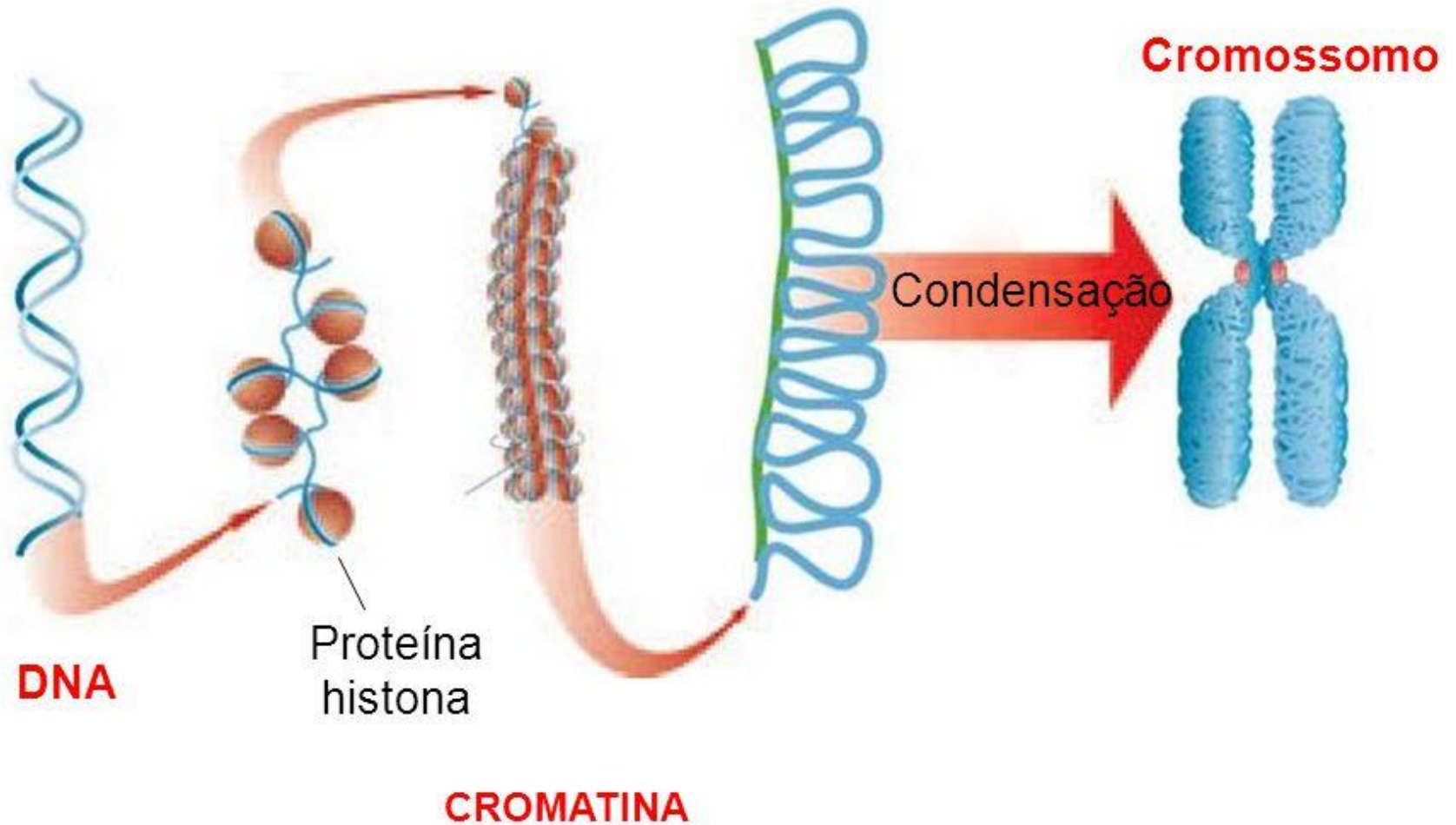
1

CROMATINA – p. 136

- A cromatina é o **material genético** contido no núcleo das células. Na realidade ela é formada por um **emaranhado de filamentos**.
- As regiões mais densas – **heterocromatina** – correspondem às partes dos filamentos dobradas de forma compacta.
- Essas regiões contrastam com outras em que os filamentos, mais “esticados”, aparecem menos condensados; por isso elas adquirem coloração mais fraca e são chamadas **eucromatina** (do grego *eu* = bem, verdadeiro).



Organização: DNA, Cromatina e Cromossomo



- A **eucromatina** corresponde a uma região do DNA em que os **genes estão ativos**, orientando a síntese de RNA e de proteínas.
- **Por isso, ela está desenrolada**, o que permite ao material genético apresentar grande superfície de contato com enzimas e com o material necessário à síntese de proteínas.
- As regiões de **heterocromatina**, correspondem a **genes inativos ou desligados**, uma vez que o DNA não tem uma boa superfície de contato.
- Essas regiões podem, em certos momentos, **desenrolar-se fazendo com que seus genes entrem em atividade**; o inverso ocorre com as regiões de eucromatina.

NÚCLEO

Nucleoplasma

Heterocromatina

Carioteca

Eucromatina

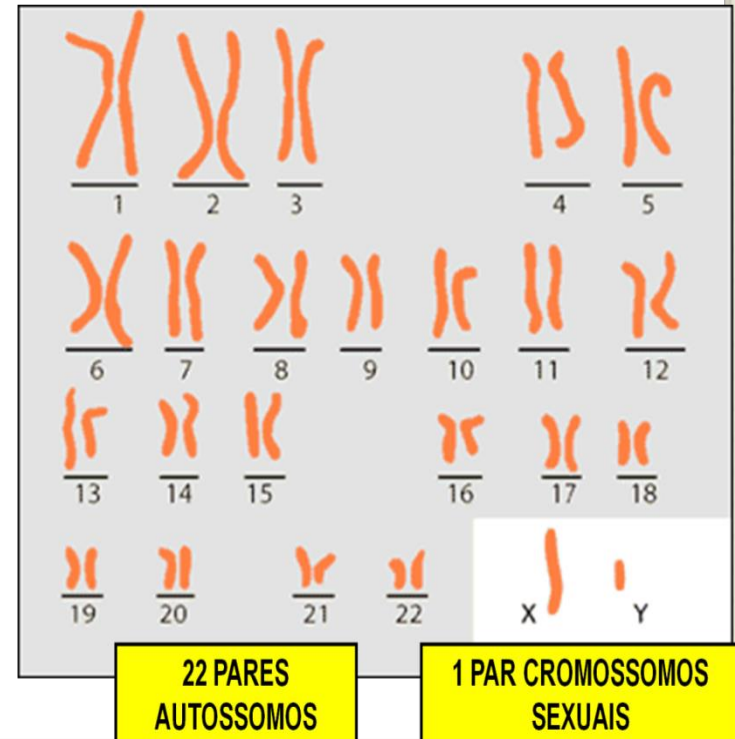
Poro

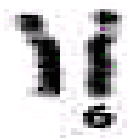
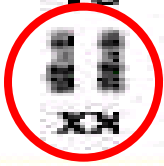
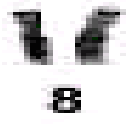
Nucléolo



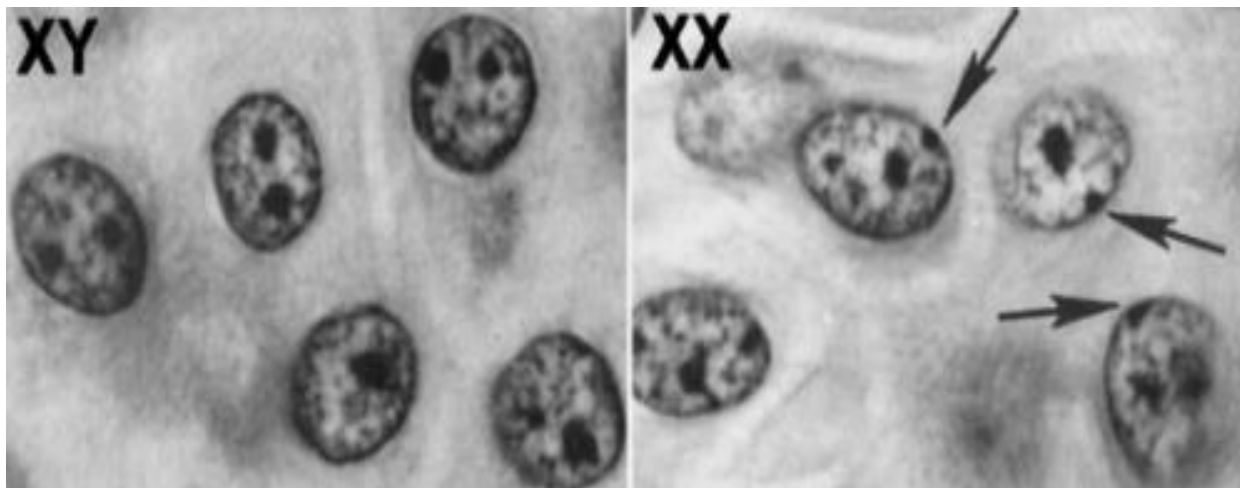
A CROMATINA SEXUAL – p. 136

- Na maioria das ssp, incluindo a sp humana, existe um par de cromossomos responsável pela diferença entre os dois sexos: os **cromossomos sexuais**.
- Em geral, nas **fêmeas eles são idênticos** e, nos **machos, um cromossomo é igual ao das fêmeas e o outro é diferente**.
- O cromossomo que aparece em duplicata na fêmea chama-se **cromossomo X**, o que é exclusivo do macho, **cromossomo Y**.
- Assim, a fêmea é **XX** e produz óvulos com um cromos. X.
- O macho é **XY** é produz espermatozoides X e Y.
- Os outros cromossomos do organismo são chamados de **autossomos**.

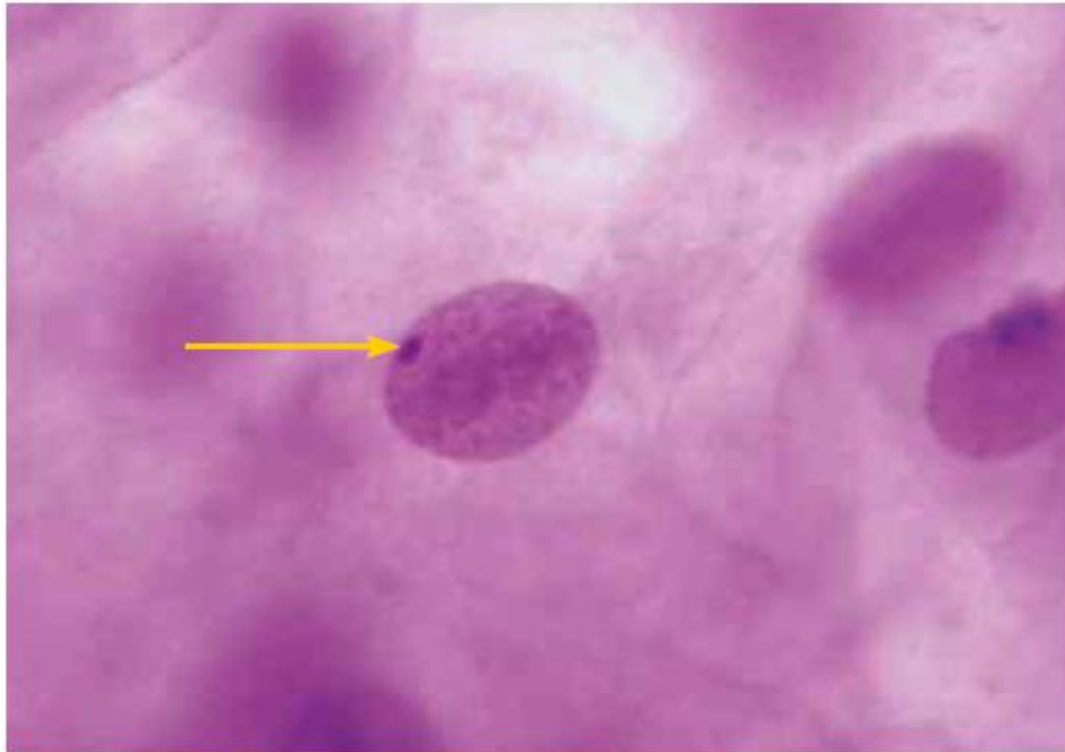




- Na **mulher** e em outras **fêmeas de mamíferos**, existe uma grande massa heterocromática, chamada cromatina sexual ou corpúsculo de Barr.
- A explicação para isso é que a mulher possui dois cromossomos X, mas apenas um permanece condensado, formando a **cromatina sexual**.
- O homem possui apenas um cromossomo X que permanece “desenrolado”, por isso, ele **não tem cromatina sexual** (exceto em anomalias cromossômicas).



Em 1961, a geneticista britânica Mary Lyon elaborou a hipótese de que a **maior parte dos genes do cromossomo condensado não está em atividade na célula**, ou seja, a **cromatina sexual seria um cromossomo X com a maioria dos genes “desligados” ou inativos (hipótese de Lyon).**



Lester V. Bergman/Corbis/Latinstock

Figura 11.1 Célula feminina (microscópio óptico; aumento de 400 vezes; com uso de corante) com cromatina sexual (indicada pela seta amarela).

2

CROMOSSOMOS – p. 137

- Quando observamos células eucariotas em **processo de divisão**, encontramos corpúsculos compactos em forma de bastonete, os **cromossomos**.
- Cada um é formado por um filamento de cromatina dobrado várias vezes sobre si mesmo, constituído por uma longa cadeia de DNA.
- Em certas regiões, essa molécula aparece enrolada em volta de proteínas **histonas**. Um conjunto de 8 histonas com o DNA em volta é chamado **nucleossomo**.
- Esse enrolamento permite que todo DNA de uma célula **caiba no núcleo**. Se esticar todo DNA de uma célula humana tem cerca de 2m de comprimento.

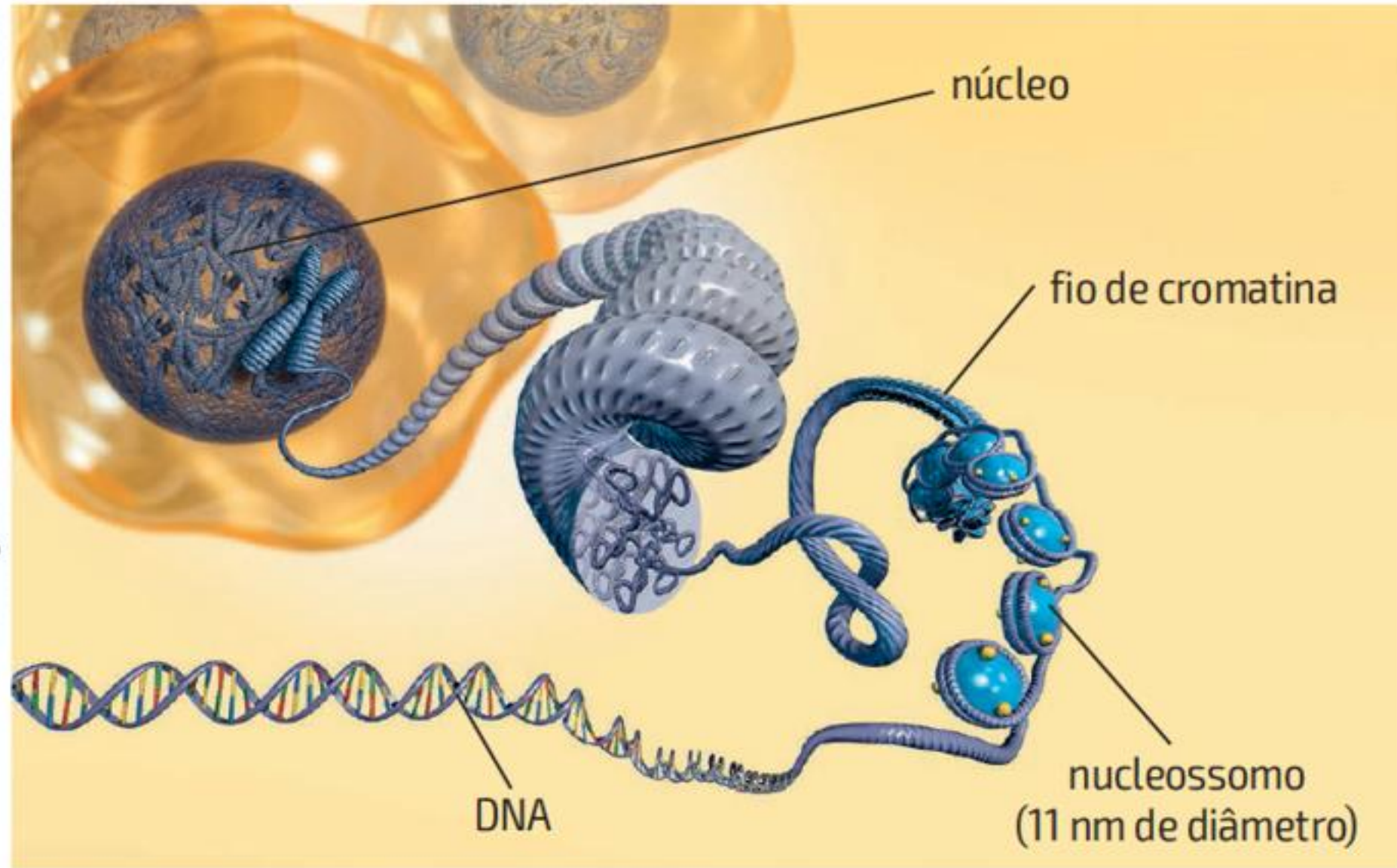
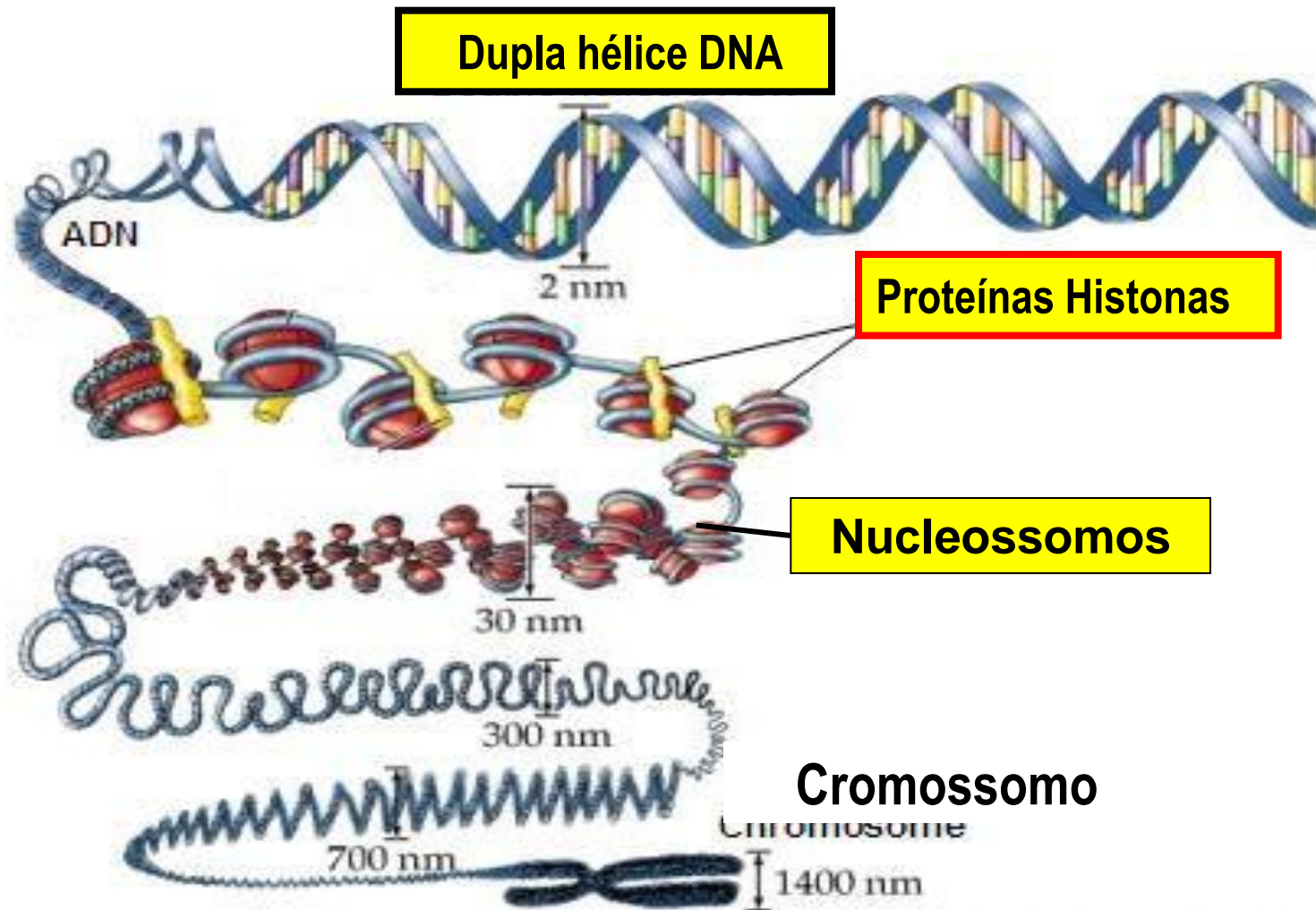
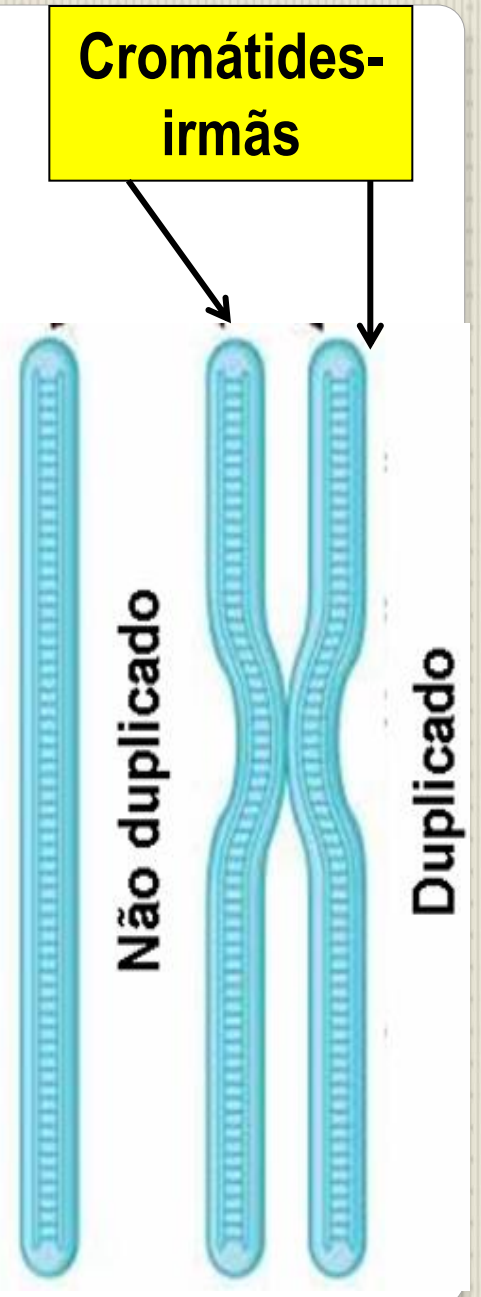
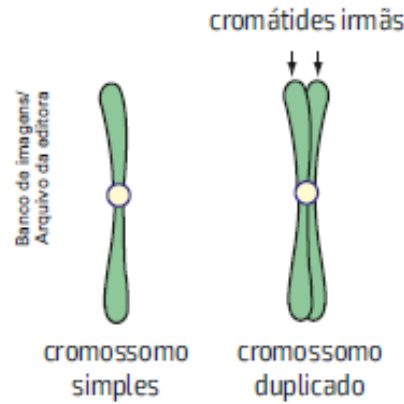


Figura 11.2 Ilustração dos diferentes níveis de compactação da cromatina e do DNA no cromossomo (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia).

▪ Os cromossomos são formados de **DNA** e **proteínas (histonas)**= **NUCLEOSSOMOS**.

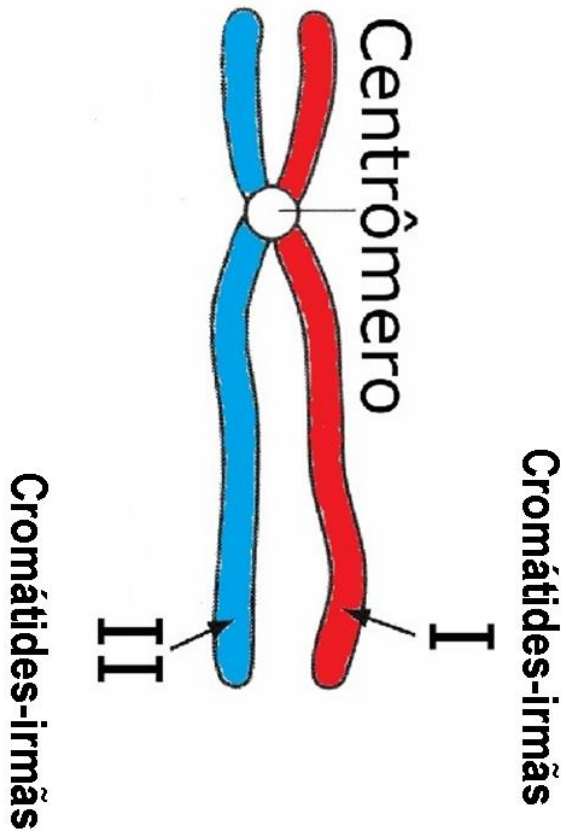


- Antes de uma célula se dividir, cada cromossomo se duplica e os filamentos são chamados de **cromátides**.
- As cromátides que pertencem ao mesmo cromossomo são chamadas **cromátides-irmãs**;
- Durante a **divisão celular**, as cromátides-irmãs se separam, e cada uma vai para uma célula-filha.
- No fim da divisão, o cromossomo volta a ser simples, isto é, formado por um fio de cromatina enrolado.



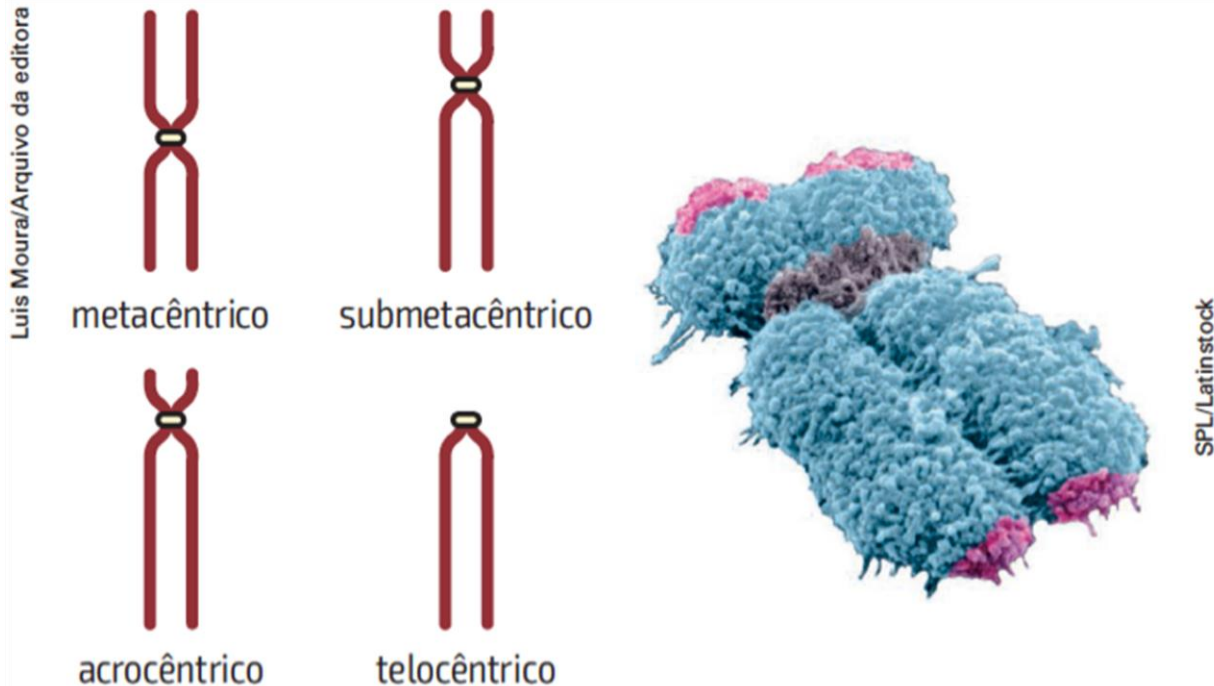
REGIÕES DO CROMOSSOMO

- Além das **cromátides**, o cromossomo apresenta um estrangulamento chamado **centrômero**.

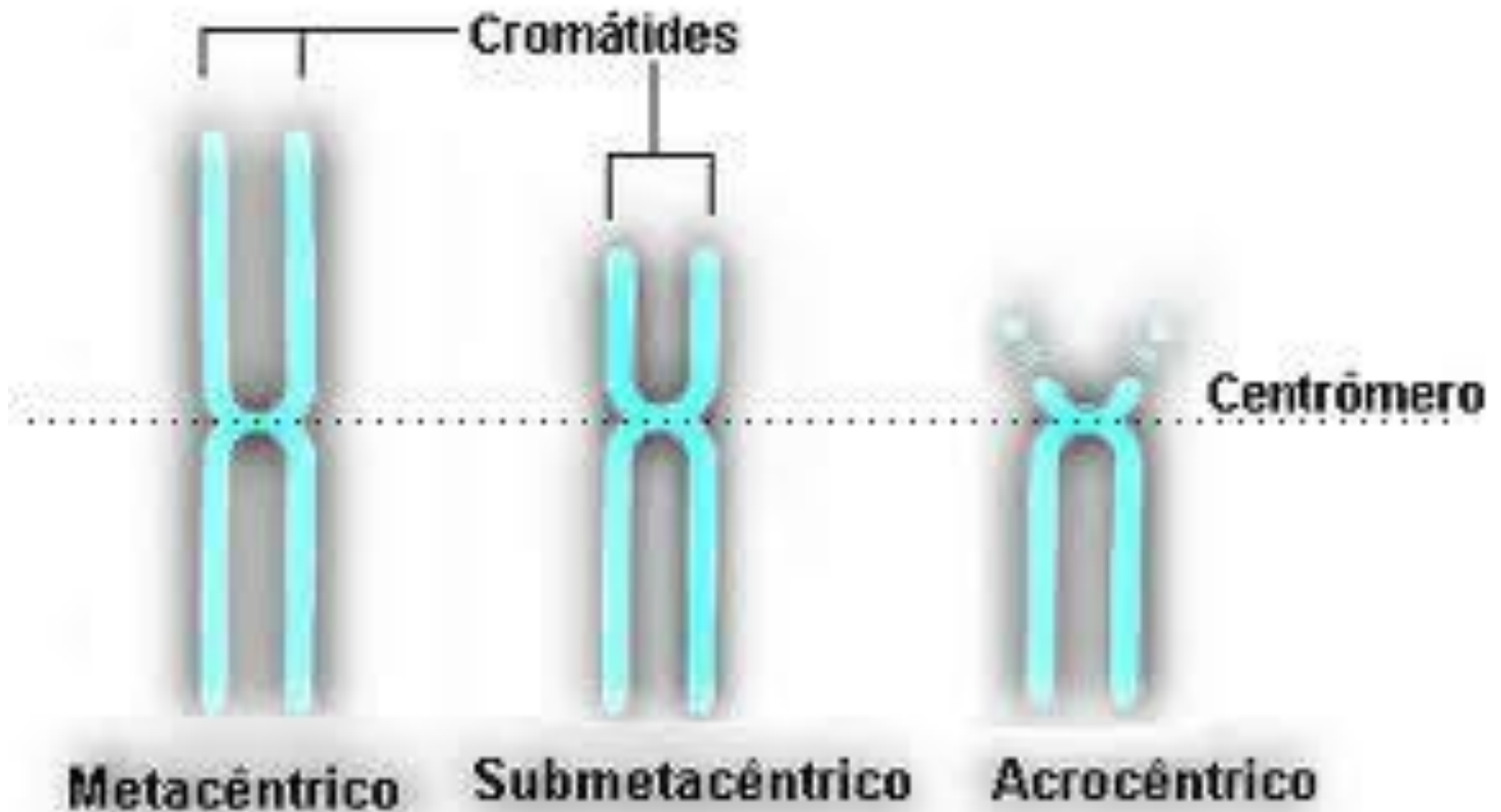


➤ De acordo com a **posição do centrômero**, os cromossomos podem ser classificados em:

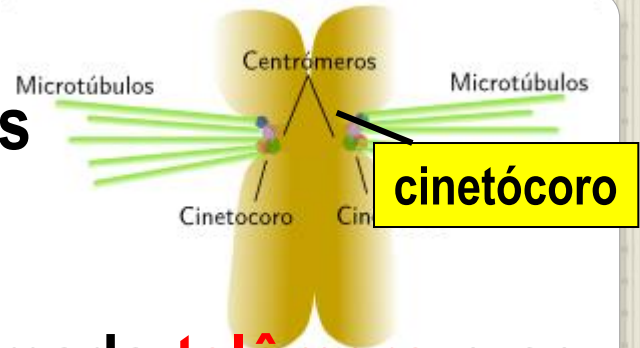
- **Metacêntrico**: centrômero no meio.
- **Submetracêntrico**: um pouco afastado do meio.
- **Acrocêntrico**: bem próximo a um dos polos.
- **Telocêntrico**: centrômero exatamente em um dos polos.
Não ocorre na espécie humana.



TIPOS DE CROMOSSOMOS QUE OCORREM NA ESPÉCIE HUMANA

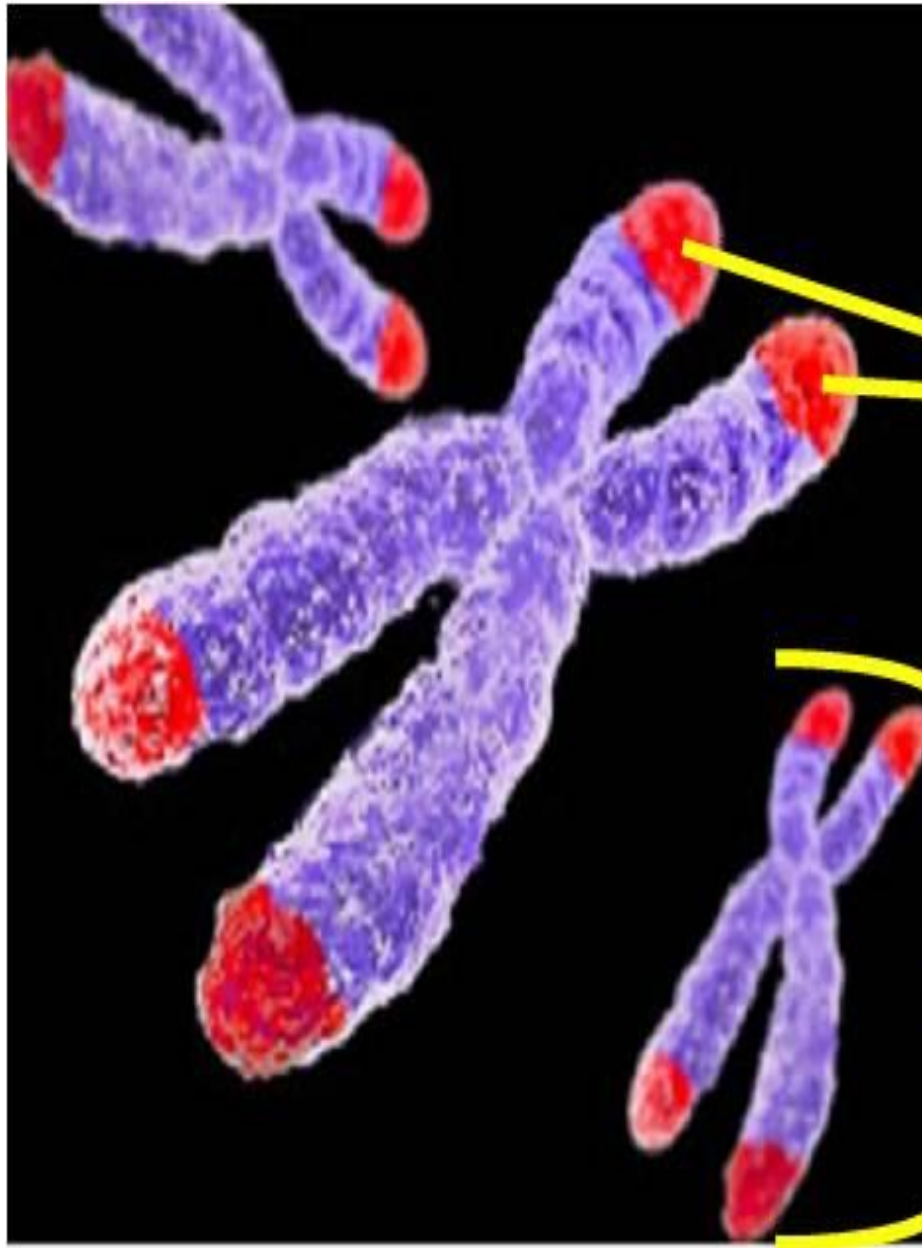


- No centrômero há **DNA** e o **cinetócoro**, disco ao qual se prendem os filamentos do fuso acromático durante a divisão celular.



- A extremidade do cromossomo é chamada **telômero** e se relaciona ao tempo de vida de uma célula.
- Os telômeros **protegem o cromossomo contra danos** e permitem que a duplicação do DNA ocorra corretamente.
- Cada vez que a **célula se divide, os telômeros tornam-se mais curtos** e, caso se percam totalmente, a célula perde a capacidade de divisão e morre.
- Por isso, supõe-se que a diminuição dos telômeros possa estar relacionada com o nº máximo de divisões que uma célula pode sofrer e com sua longevidade.



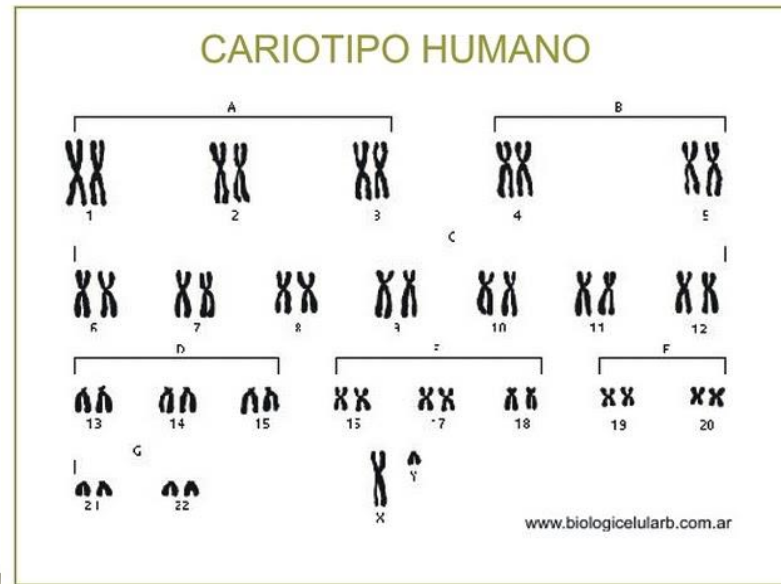


Telômeros

Cromossomo

Cariótipo: a coleção de cromossomos – p. 138

- O **conjunto de cromossomos** forma um padrão que se repete não só em todas as células do mesmo indivíduo, mas também nas células de todos os indivíduos da mesma sp.
- Entre indivíduos de ssp diferentes, esse padrão é diferente.
- Isso acontece porque cada sp tem sua coleção particular de cromossomos, chamada – **CARIÓTIPO**.





Um pouco de sangue é coletado e levado ao laboratório.

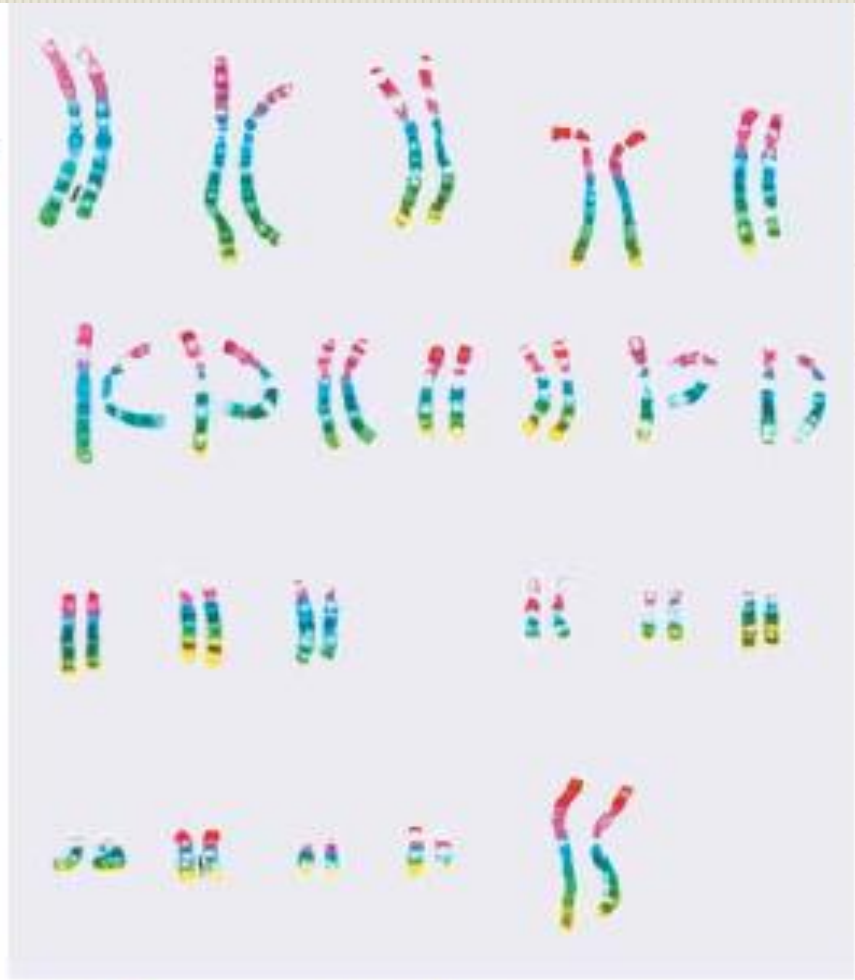


Monta-se uma lâmina.

Adicionam-se substâncias químicas para induzir os glóbulos brancos à mitose; outras substâncias são adicionadas para interromper a mitose na fase de condensação máxima dos cromossomos.



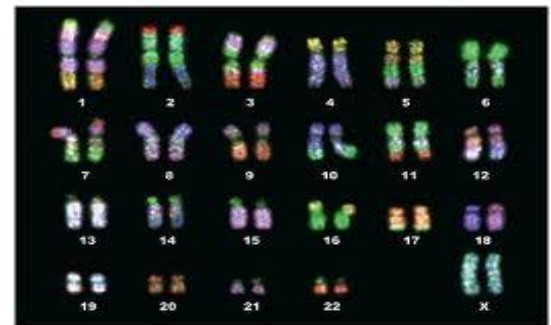
As células são fotografadas com uma câmera acoplada ao microscópio.



A foto é ampliada, tratada no computador e os cromossomos são organizados aos pares.

Figura 11.5 À esquerda, etapas da montagem de cariótipo feita em laboratório (os elementos da figura não estão na mesma escala; cores fantasia). Acima, um ideograma humano (microcópia eletrônica; aumento de cerca de 2 mil vezes; imagem colorizada por computador).

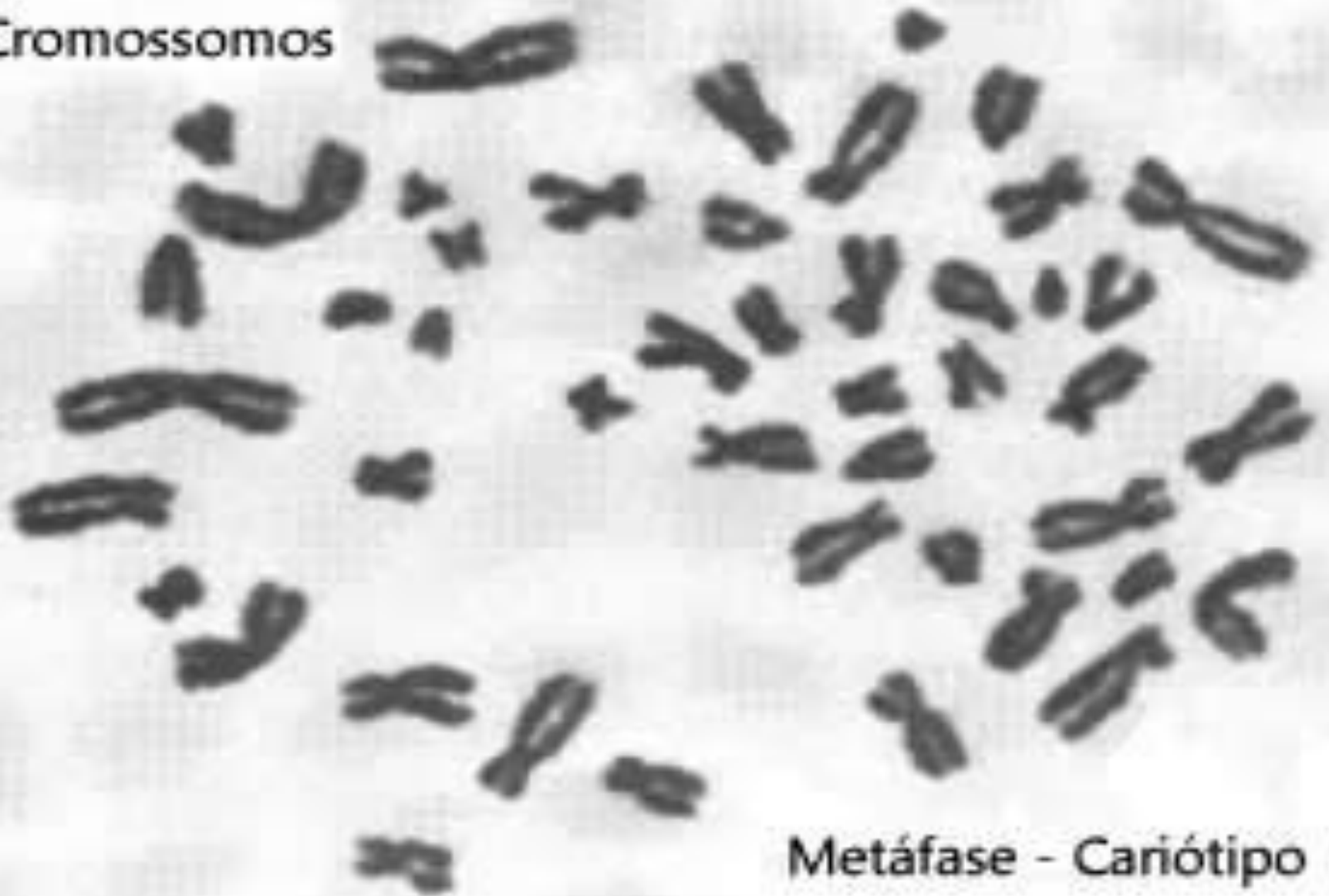
- Para o estudo do cariótipo humano, os cromossomos são organizados de acordo com a **posição do centrômero** e numerados por ordem de tamanho, de 1 (o maior) a 22 (o menor). Essa forma de organização é chamada **ideograma** ou **cariograma**.
- Esses cromossomos são chamados **AUTOSSOMOS**.
- Os cromossomos sexuais (X e Y) não são numerados, sendo separados dos demais.
- Na espécie humana, há **44 autossomos** e dois cromossomos sexuais. Essa informação pode ser assim escrita:
 - **Mulher: 46, XX**
 - **Homem: 46, XY**
- Há formas alternativas de escrever essas informações:



“22AA + XX”, “22AA + XY”, “**2AXX**”, “**2AXY**”, em que **A** indica um conjunto **haploide de autossomos**.

Explicar montagem do cariótipo

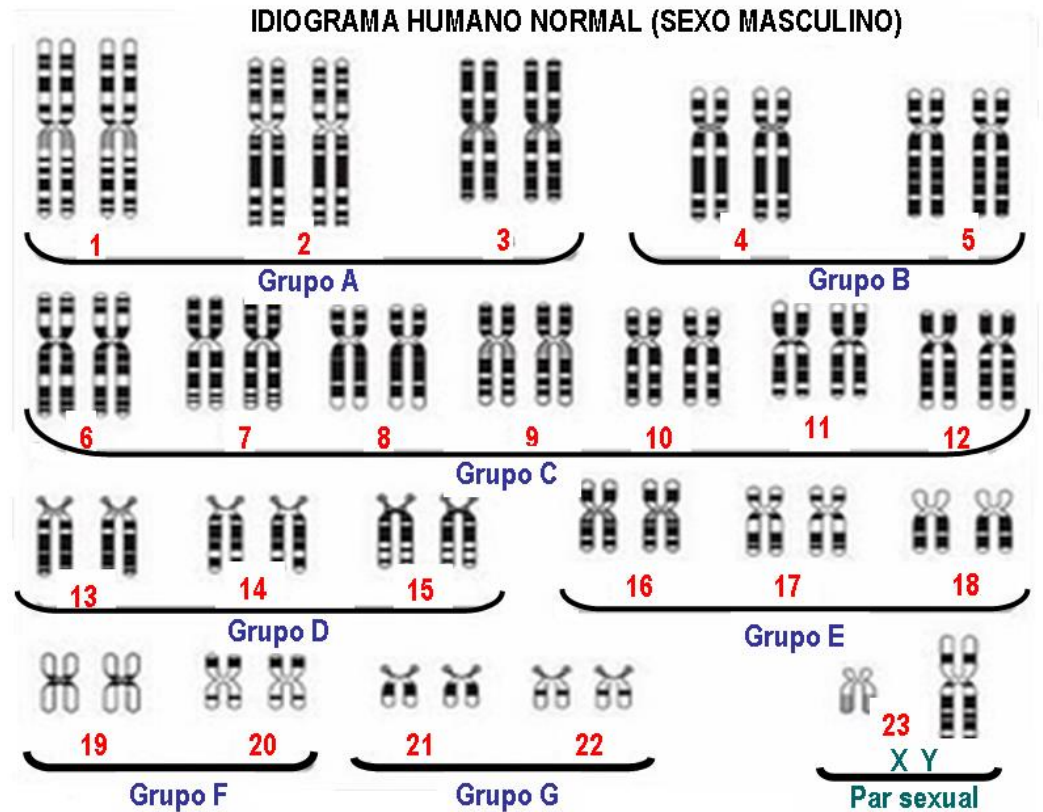
Cromossomos



Metáfase - Cariótipo

Podemos agrupar os cromossomos parecidos em 7 grupos, em ordem decrescente de tamanho:

- grupo A – 1, 2 e 3
- grupo B – 4 e 5
- grupo C – 6 a 12
- grupo D – 13, 14 e 15
- grupo E – 16, 17 e 18
- grupo F – 19 e 20
- grupo G – 21 e 22



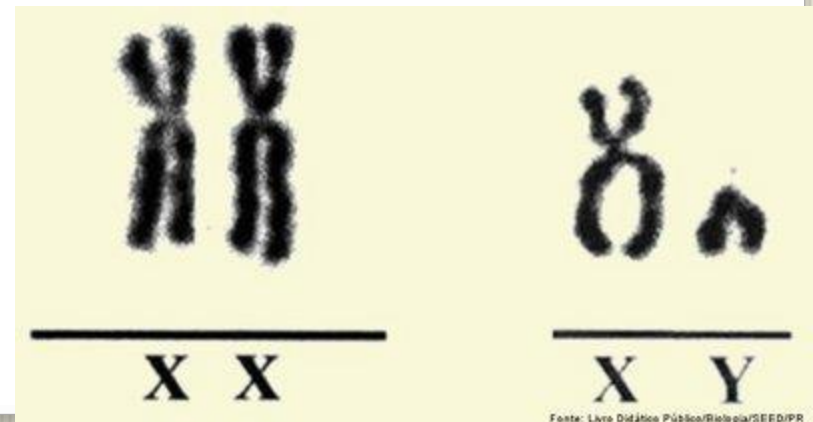
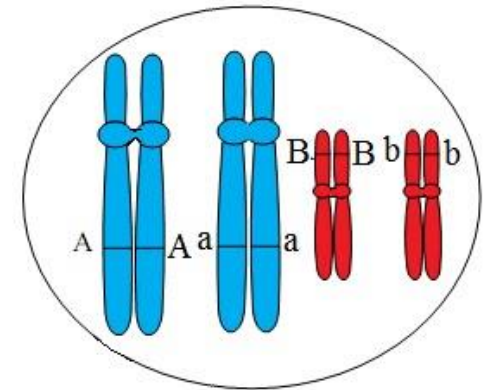
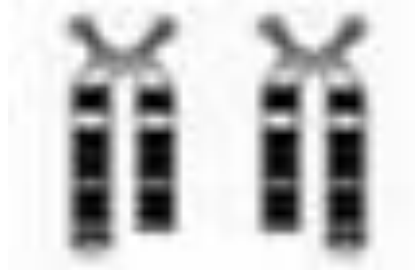
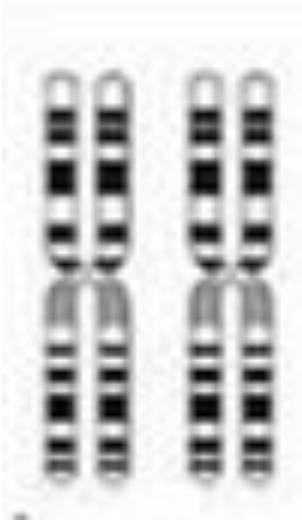
ATIVIDADE: ORGANIZANDO OS CROMOSSOMOS HUMANOS: IDIOGRAMA

TRAZER NA PRÓXIMA AULA

MATERIAL NECESSÁRIO

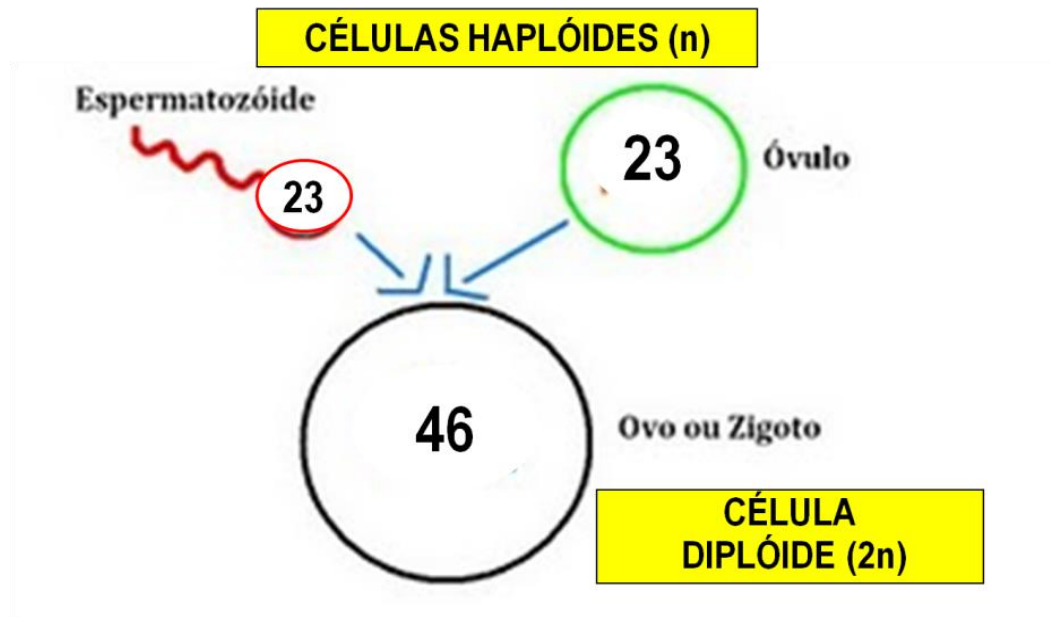
- 3 Tesoura
- 3 Régua milimetrada
- 3 Cola (de preferência em bastão)
- 3 Conjunto de cromossomos para recortar (xerox)
- 3 Gabarito para colar os cromossomos (xerox)

- Outra característica que pode ser notada é que os **cromossomos aparecem aos pares**, em que um dos cromossomos apresenta a mesma forma e o mesmo tamanho do outro, exceto os sexuais masculino (X e Y).
- Cada par forma 1 par de **HOMÓLOGOS**.



Por que os cromossomos aparecem aos pares?

- A maioria dos organismos desenvolvem-se a partir da **célula-ovo**, formada pela união de um **espermatozoide com um óvulo (ovócito II)**, que, na sp humana, possuem cada um, 23 cromossomos.
- Por isso, a célula-ovo possui 46; em cada par de homólogos, um foi herdado da mãe e outro do pai.



- Por meio de divisões celulares, a célula-ovo origina a maioria das células que formam o corpo dos seres vivos, chamadas células somáticas;
- Em cada célula somática há 22 pares de autossômicos e um par de cromossomos sexuais.
- Os gametas possuem apenas um cromossomo de cada tipo; não há pares de homólogos.

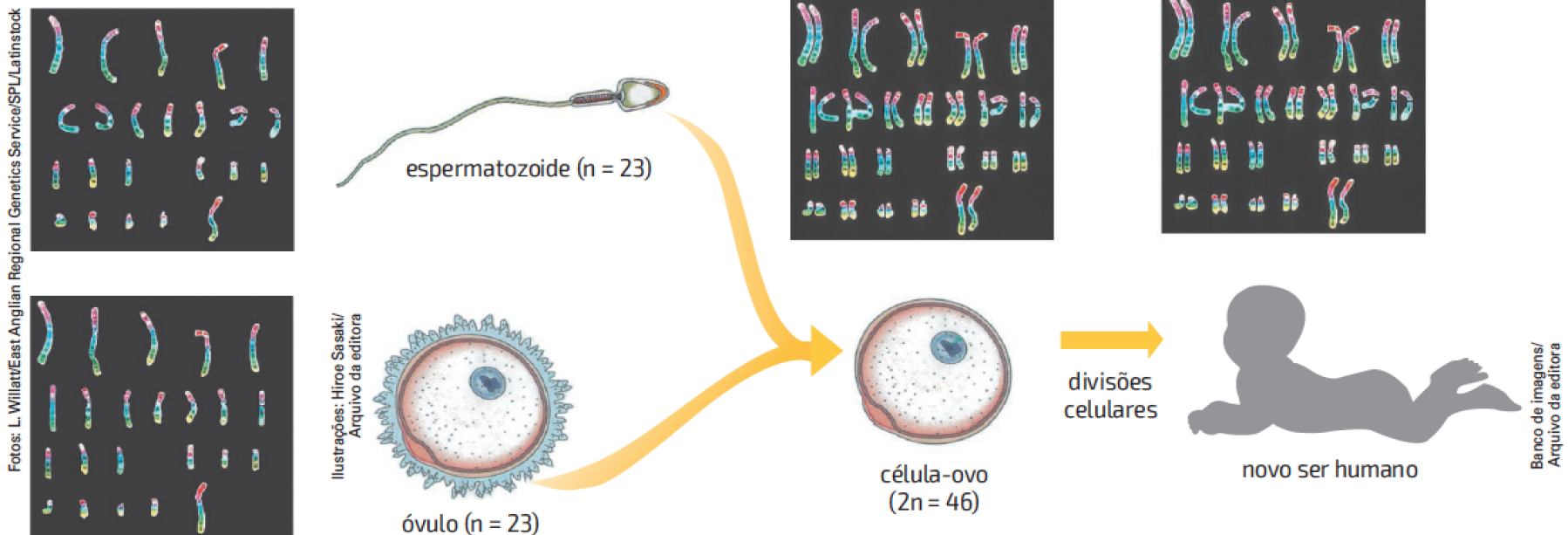


Figura 11.6 Cromossomos (comprimento entre cerca de $1 \mu\text{m}$ e $10 \mu\text{m}$) passam dos pais para os filhos (os elementos da figura não estão na mesma escala; as células são microscópicas; cores fantasia).

- Se chamarmos de **n** o nº de tipos diferentes de cromossomos de uma célula, podemos dizer que as:
 - células somáticas são **diploides (duplo) – 2n**
 - células reprodutoras são **haploides (simples, único) - n.**
- A informação genética total em uma célula ou organismo é chamada **GENOMA**.

	Células somáticas (2n)	Células reprodutoras (n)
Mosca	8	4
Ser humano	46	23
Feijão	22	11
Pato	80	40

ATIVIDADES - pág. 136 a 139

- 1) Como são formados os cromossomos dos eucariontes? 2**
- 2) Desenhe um cromossomo duplicado anotando onde fica: cromátides-irmãs, centrômero.(4)**
- 3) Desenhe os 4 tipos de cromossomos nomeando-os.(4)**
- 4) O que é cromatina sexual e quem a possui? (3)**
- 5) Quantos cromossomos possui uma célula somática da espécie humana? E um gameta? (1)**
- 6) Quantos pares de cromossomos autossomos o ser humano possui? (2)**
- 7) Como é chamado o par de cromossomos que identifica o sexo? Quais são eles? (1)**

- 7) Qual a representação para o cariótipo masculino? E para o feminino? (2)**
- 8) Explique (2 linhas cada):**
- a) Cariótipo:**
 - b) Cromossomos homólogos:**
 - c) Células somáticas:**
 - d) Células haploides (n):**
 - e) Células diploides (2n):**
 - f) Genoma:**



Responder as questões: 7, 10, 12, 14 – (p.151 e 152)

REFERÊNCIA

**LINHARES e GEWANDSZNAJDER.
Biologia Hoje. Volume 1. 2ª Edição.
São Paulo: Editora Ática, 2013.**

CAPÍTULO 11 – Cromatina, cromossomos e a divisão celular

- Cromatina, cromossomos e a divisão celular
- **Cromatina**
- Material genético contido no núcleo das células.
- Heterocromatina: regiões mais densas de DNA compactado. Genes inativos.
- Eucromatina: filamentos de DNA desenrolados. Genes **ativos**.
- **Cromatina sexual ou corpúsculo de Baar:** cromossomo X da mulher que permanece condensado e segundo a hipótese de Lyon, seus genes permanecem inativos.
- **Cromossomo**
- Encontrado em células eucarióticas em processo de divisão.
- Longa molécula de DNA com proteínas agregadas (histonas) que se organizam em corpúsculos compactados em forma de bastonetes.
- Quando está duplicado, apresenta cromátides. Duas cromátides idênticas são chamadas de cromátides irmãs.
- **Classificação de acordo com o centrômero:** metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico, telocêntrico.

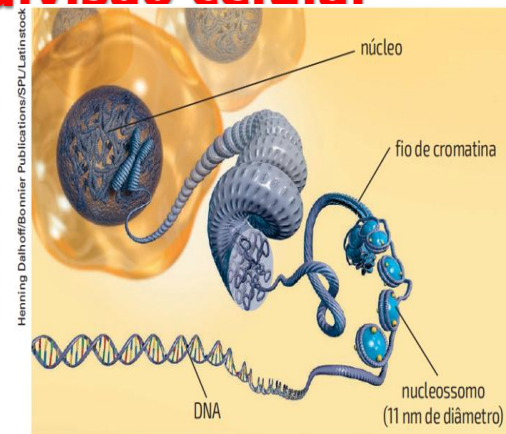


Figura 11.2 Ilustração dos diferentes níveis de compactação da cromatina e do DNA no cromossomo (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia).

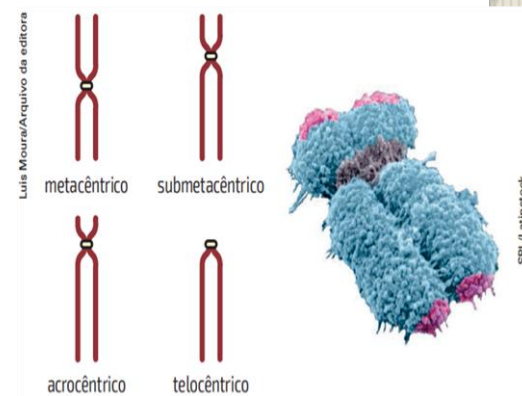


Figura 11.4 Tipos de cromossomos de acordo com a posição do centrômero (os elementos ilustrados não estão na mesma escala; cores fantasia). Na foto, cromossomo humano, em que se observam as cromátides, em azul, o centrômero, em cinza, e os telômeros, em rosa (microscópio eletrônico de varredura; aumento de 9 mil vezes; imagem colorizada por computador).

CAPÍTULO 11 – Cromatina, cromossomos e a divisão celular

- Cromatina, cromossomos e a divisão celular
 - Cariótipo: padrão do conjunto de cromossomos observado entre indivíduos da mesma espécie.
 - Células somáticas são diploides ($2n$) e gametas são haploides (n).
 - Cromossomos homólogos: par de cromossomos com forma e tamanho similares.
 - Espécie humana: 44 cromossomos autossômicos e 2 sexuais. Mulher=46, XX / Homem= 46, XY
 - Genoma: informação genética total em uma célula ou organismo.

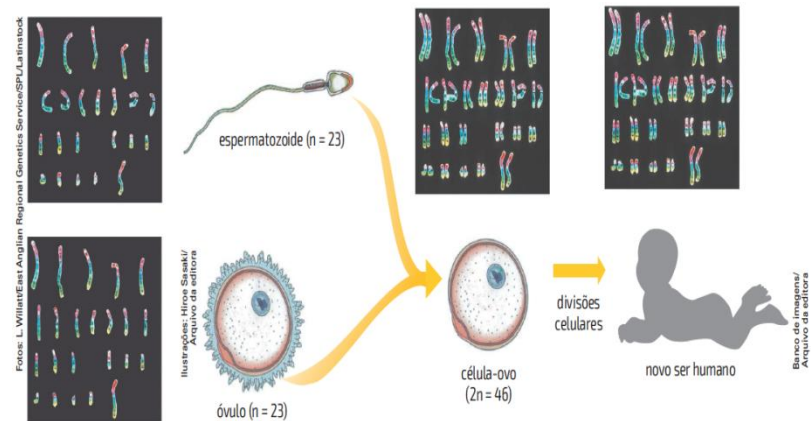


Figura 11.6 Cromossomos (comprimento entre cerca de $1\ \mu\text{m}$ e $10\ \mu\text{m}$) passam dos pais para os filhos (os elementos da figura não estão na mesma escala; as células são microscópicas; cores fantasia).