

# CITOGENÉTICA

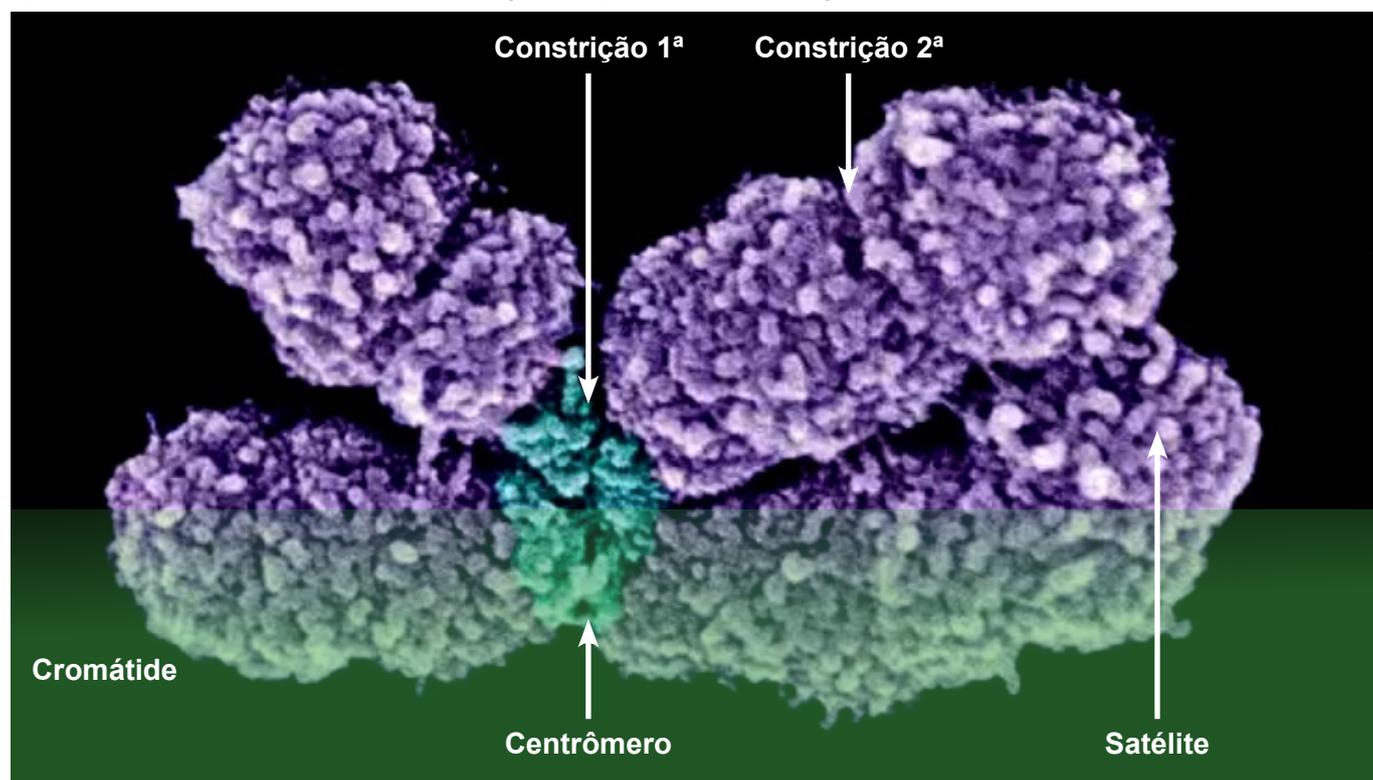
Prof. Kennedy Ramos

## UNIDADE 2: Introdução à Citogenética

### Núcleo celular (parte 2)

### Cromossomos

Os cromossomos, como visto anteriormente, correspondem a uma fase de condensação do filamento que constitui a cromatina e, de modo geral, apresentam as seguintes estruturas:



### Centrômero

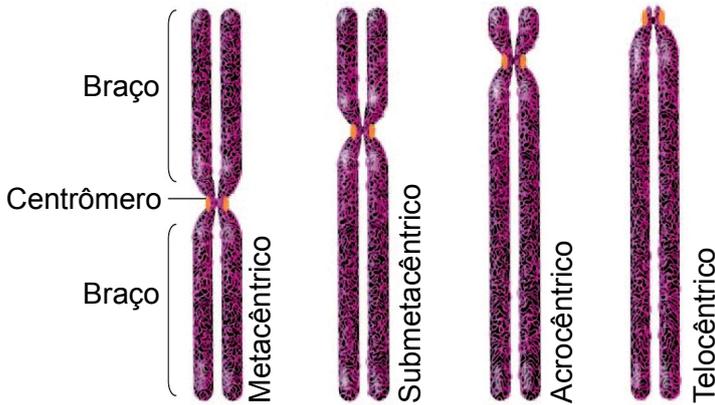
Certas zonas de heterocromatina não sofrem maior espiralização, aparecendo, como constrições do cromossomo. A principal delas é chamada primária e constitui o centrômero por onde o cromossomo se fixa às fibrilas do fuso mitótico durante a divisão.

### Satélite

O cromossomo pode apresentar também constrições secundárias. Em certos casos, ela é quase terminal e separa uma porção esférica, denominada satélite. É nele que se encontra a **região organizadora do nucléolo**.

Conforme a posição do centrômero, os cromossomos podem ser classificados em: metacêntrico. (I), submetacêntrico (II), acrocêntrico (III) e Telocêntrico (IV).

Exemplificando, teremos...



## Cromátide

Cada unidade do cromossomo duplicado é denominada cromátide. As cromátides se apresentam unidas na altura do centrômero.

Num certo momento da divisão celular, o centrômero que une as cromátides se divide, originando dois cromossomos-irmãos. Cada um deles fará parte de uma das células filhas resultantes da divisão celular.

## Genoma

O número de cromossomos diferentes que uma célula apresenta constitui o seu genoma. Este número é constante em todas as células de um determinado organismo, e fixo para cada espécie.

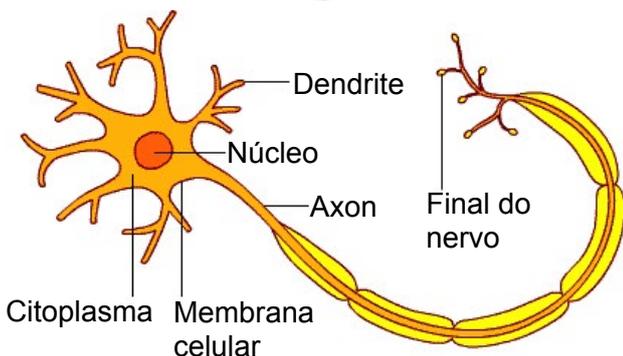
## Haploidia e diploidia

As células que transportam um número de cromossomos correspondentes ao genoma são ditas haplóides. É o que ocorre sempre com os gametas (células sexuais).

Na maioria dos organismos, nas células somáticas (células do corpo, não sexuais), os cromossomos apresentam-se aos pares.

Estas células são, então, diplóides (diplo = duplo).

Exemplificando, teremos...



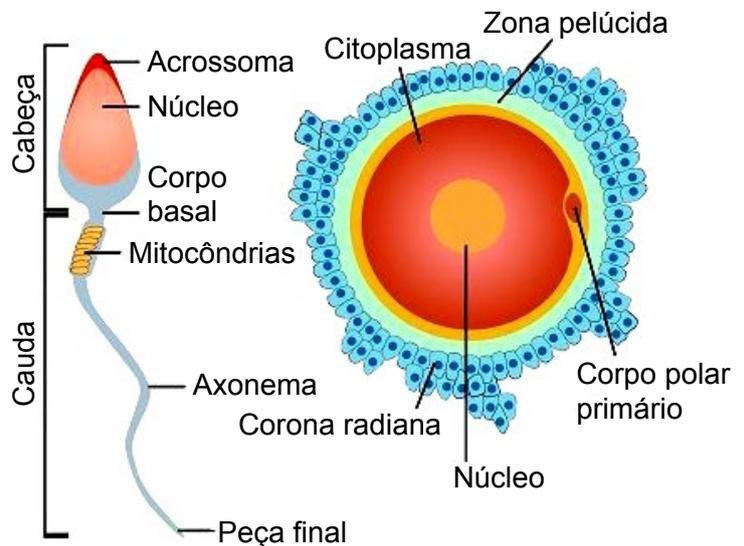
## Célula somática



**Célula diplóide: dois exemplares de cada cromossomo –total: 46 cromossomos**

### ESPERMATOZOÍDE

### ÓVULO



**Célula haplóide: um exemplar de cada cromossomo –total: 23 cromossomos**

No caso do homem, encontramos 46 cromossomos nas células somáticas e 23 nos gametas (espermatozoides e óvulo).

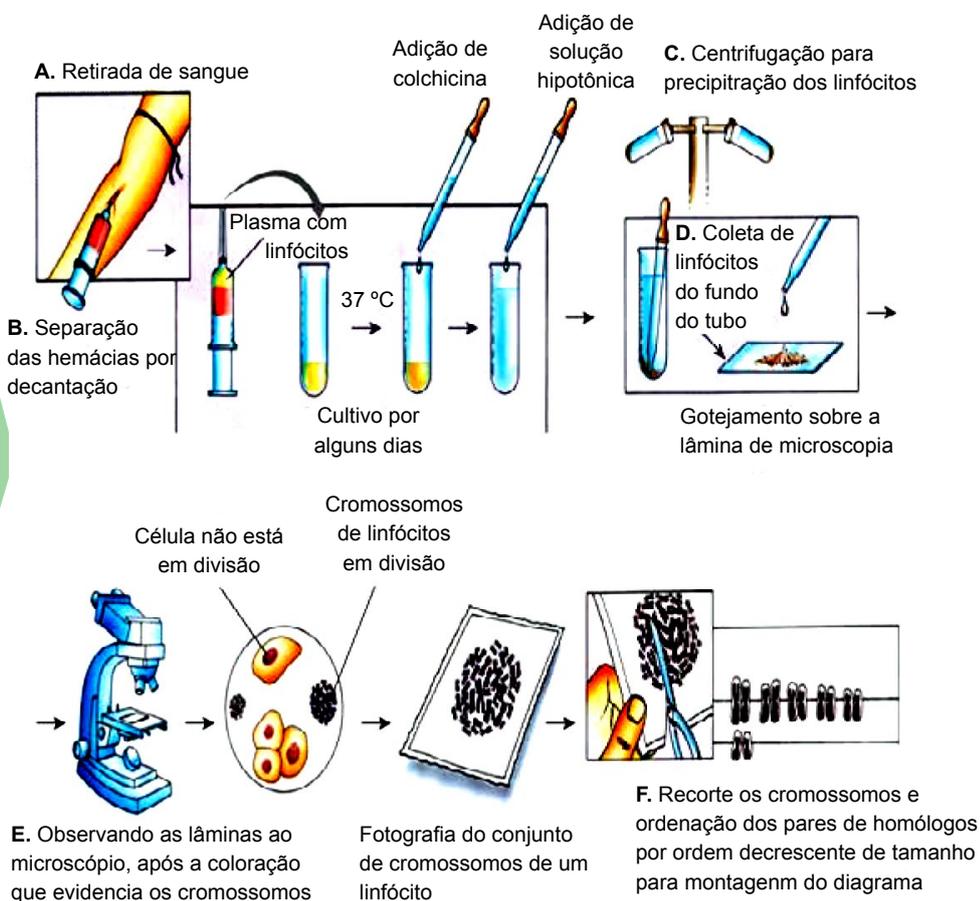
Quando os gametas se unem para gerar um novo indivíduo, reconstitui-se o número diplóide das células somáticas.

Cada par de cromossomos de uma célula diplóide recebe um cromossomo de cada gameta. Os dois cromossomos do par são chamados de cromossomos homólogos, por serem morfológica e funcionalmente muito semelhantes.

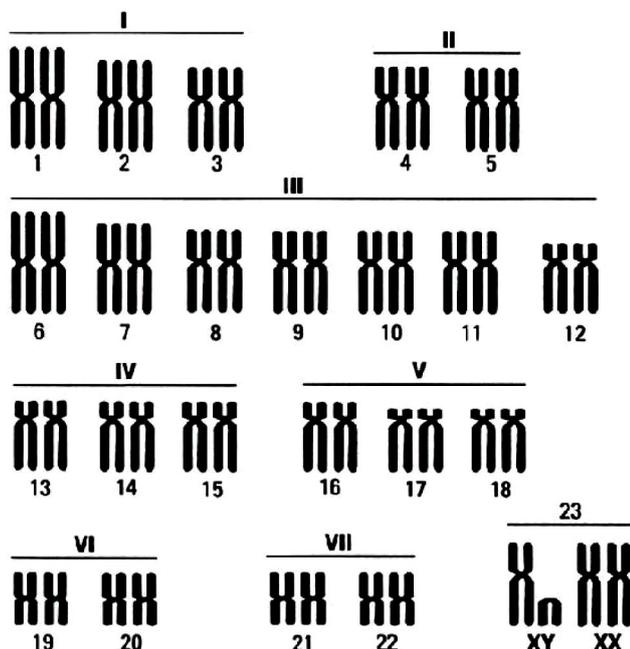
Indicando-se por  $n$  o número de cromossomos do genoma, pode-se definir que a célula haplóide apresenta  $n$  cromossomos e a diplóide,  $2n$ . Em organismos diplóides, certos tecidos podem apresentar **poliploidia**. É o que ocorre com certas células do fígado humano, tetraplóides ( $4n$ ), e as do tecido de reserva de certas sementes (endosperma), que são triplóides ( $3n$ ). Para produção de sementes ou folhas maiores para a agricultura, os pesquisadores que fazem o melhoramento genético provocam a formação de poliploidia.

## Cariótipo

A análise dos cromossomos de uma célula envolve, além do exame de seu número, a observação da posição de seus centrômeros, da presença de satélite e dos tamanhos que apresentam. Esta análise é feita através de fotografias tiradas de células em divisão celular, tratadas com substâncias que não permitem que as cromátides se separem.



Abaixo você observa um diagrama de cariótipo humano.

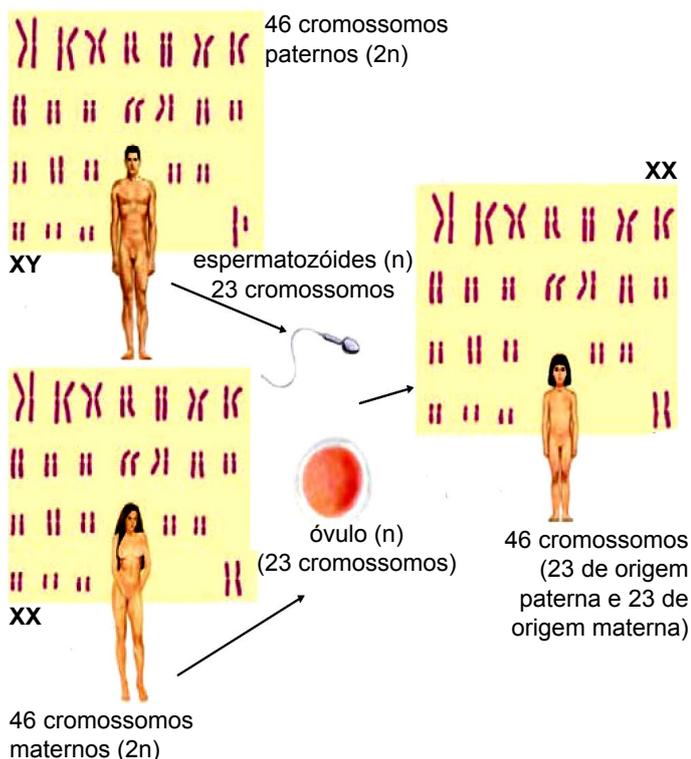


Foram fotografados glóbulos brancos do sangue, tratados com colchicina. Os cromossomos foram recortados e arranjados em grupos, cada cromossomo ao lado do seu homólogo.

Note que são cromossomos duplicados, cada um com duas cromátides unidas pelo centrômero. É importante perceber que dos 46 cromossomos de um humano, metade é herdado do pai e outra metade da mãe.

Em cada par de cromossomos homólogos, portanto, um é de origem paterna e o outro de origem materna.

Exemplificando, teremos...



## ATIVIDADES PROPOSTAS



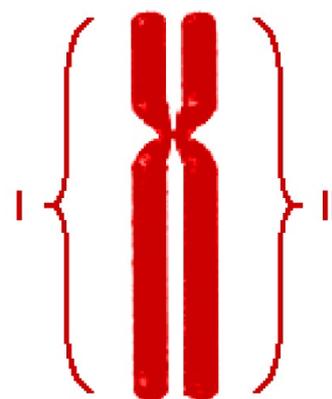
**01. (Ufpi) A grande parte do DNA em células eucarióticas está compactada em \_\_1\_\_, formados imediatamente após a \_\_2\_\_, que é composta por um núcleo com oito proteínas \_\_3\_\_, com DNA enrolado em torno deste núcleo, formando um fio cromossômico helicoidal chamado \_\_4\_\_.**

Marque a alternativa que completa corretamente o trecho anterior.

- 1-microssomos; 2-transcrição; 3-não histônicas; 4-nucleoide.
- 1-microssomos; 2-replicação; 3-histônicas; 4-fio de cromossomo extranuclear.
- 1-nucleossomos; 2-replicação; 3-histônicas; 4-solenoide.
- 1-microssomos; 2-tradução; 3-endonucleases; 4-mesossomo.
- 1-nucleossomos; 2-transcrição; 3-não histônicas; 4-fio de cromossomo plasmidial.



**02. (Unifesp) Analise a figura:**



A figura representa um cromossomo em metáfase mitótica. Portanto, os números I e II correspondem a:

- cromossomos emparelhados na meiose, cada um com uma molécula diferente de DNA.
- cromátides não-irmãs, cada uma com uma molécula idêntica de DNA.
- cromátides-irmãs, cada uma com duas moléculas diferentes de DNA.
- cromátides-irmãs, com duas moléculas idênticas de DNA.
- cromossomos duplicados, com duas moléculas diferentes de DNA.



**03. (Ufmg) A identificação do fator que origina indivíduos com síndrome de Down tornou-se possível pela utilização da técnica de:**

- contagem e identificação dos cromossomos.
- cultura de células e tecidos.
- mapeamento do genoma humano.
- produção de DNA recombinante.
- produção de proteínas.



**04. (Uel) Considerando que uma espécie de ave apresenta  $2n = 78$  cromossomos é possível inferir que:**

- Um gameta tem 39 cromossomos autossomos e 2 cromossomos sexuais.
- Um gameta tem 38 cromossomos autossomos e 2 cromossomos sexuais.
- Um gameta tem 38 cromossomos autossomos e 1 cromossomo sexual.
- Uma célula somática tem 77 cromossomos autossomos e 1 cromossomo sexual.
- Uma célula somática tem 78 cromossomos autossomos e 2 cromossomos sexuais.



05. (Ufc) Sabendo-se que uma determinada espécie de vertebrado possui número cromossômico  $2n = 50$ , assinale a alternativa que associa corretamente o tipo de célula à sua quantidade de cromossomos.

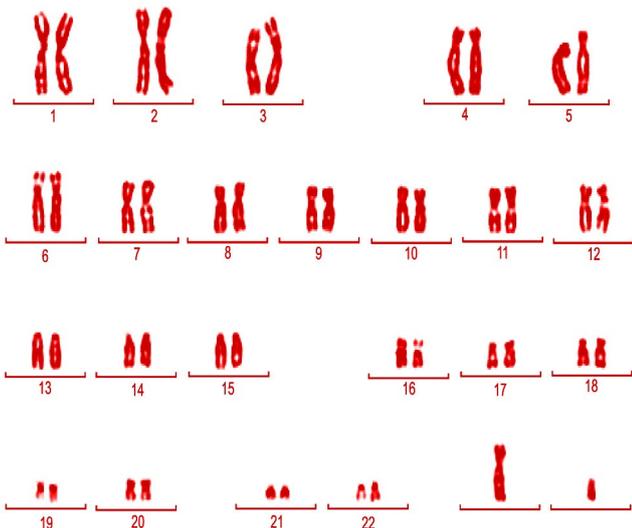
- a) hepatócito - 25.
- b) espermatozóide - 50.
- c) neurônio - 50.
- d) fibra muscular - 25.
- e) óvulo - 50.



## ATIVIDADES ENEM



06. (MODELO ENEM) Analise a figura que representa um cariótipo humano.



A representação refere-se ao cariótipo de um(a):

- a) homem com a síndrome de Klinefelter.
- b) homem com a síndrome de Down.
- c) mulher normal.
- d) mulher com a síndrome de Klinefelter.
- e) homem com um número normal de cromossomos.



07. (MODELO ENEM) Um importante princípio da biologia, relacionado à transmissão de caracteres e à embriogênese humana, foi quebrado com a descoberta do microquimerismo fetal. Microquimerismo é o nome dado ao fenômeno biológico referente a uma pequena população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas derivada Um importante

princípio da biologia, relacionado à transmissão de caracteres e à embriogênese humana, foi quebrado com a descoberta do microquimerismo fetal. Microquimerismo é o nome dado ao fenômeno biológico referente a uma pequena população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas derivada. O princípio contestado com essa descoberta, relacionado ao desenvolvimento do corpo humano, é o de que

- a) o fenótipo das nossas células pode mudar por influência do meio ambiente.
- b) a dominância genética determina a expressão de alguns genes.
- c) as mutações genéticas introduzem variabilidade no genoma.
- d) mitocôndrias e o seu DNA provêm do gameta materno.
- e) as nossas células corporais provêm de um único zigoto.



08. (MODELO ENEM) Um pesquisador injetou uma pequena quantidade de timidina radioativa ( $^3\text{H}$ -timidina) em células com o propósito de determinar a localização dos ácidos nucleicos sintetizados a partir desse nucleotídeo, utilizando uma técnica muito empregada em biologia celular, a autorradiografia combinada com microscopia eletrônica. Assinale a alternativa que apresenta os dois compartimentos celulares nos quais o pesquisador encontrará ácidos nucleicos radioativos.

- a) Núcleo e mitocôndrias.
- b) Citosol e mitocôndrias.
- c) Núcleo e retículo endoplasmático.
- d) Citosol e retículo endoplasmático.
- e) Peroxissomos e retículo endoplasmático..

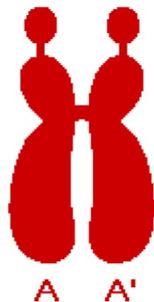


09. (MODELO ENEM) O núcleo celular é o local que abriga o material genético nas células eucariontes. No núcleo interfásico, fase em que a célula não se encontra em divisão, a cromatina aparece imersa na cariolinfa, como um emaranhado de filamentos longos e finos. Ao iniciar o processo de divisão celular, esses filamentos começam a se condensar em espiral, tornando-se mais curtos e grossos, passando a ser chamados de:

- a) cromonema.
- b) cromossomo.
- c) carioteca.
- d) DNA.
- e) genes.



10. (MODELO ENEM) Encontra-se a seguir esquematizado o cromossomo 21 humano. O desenho foi feito com base na observação ao microscópio de um linfócito (glóbulo branco) em divisão. A partir da análise do desenho, podemos inferir que:



- O cromossomo encontra-se duplicado e bem condensado.
- Ele pode ser observado durante a anáfase da divisão celular.
- As cromátides, indicadas por A e A', são constituídas por moléculas de DNA diferentes.
- O centrômero localiza-se próximo a uma das extremidades desse cromossomo e este apresenta um de seus braços do mesmo tamanho.
- monossomia desse cromossomo é responsável pela síndrome de Down.



## GABARITOS

### QUESTÃO 01: Gabarito: [C]

**Comentário:** O DNA nuclear observado em células eucarióticas encontra-se associado à proteínas, formando octâmeros (8 histonas), com filamentos duplos de DNA enrolados ao redor das proteínas, formando um conjunto de nucleossomos.

### QUESTÃO 02: Gabarito: [D]

**Comentário:** O cromossomo no aspecto de "X" possui duas cromátides-irmãs, com duas moléculas idênticas de DNA.

### QUESTÃO 03: Gabarito: [A]

**Comentário:** A síndrome de Down ocorre, muitas vezes, pelo acréscimo de um cromossomo no par 21, logo a contagem dos cromossomos a síndrome pode ser identificada.

### QUESTÃO 04: Gabarito: [C]

**Comentário:** Um gameta tem 38 cromossomos autossomos e 1 cromossomo sexual.

### QUESTÃO 05: Gabarito: [C]

**Comentário:** As células somáticas ou células do corpo são  $2n$  (diplóide) = 50 cromossomos e as células gaméticas (óvulo e espermatozóide, etc.) são  $n=25$  cromossomos.

### QUESTÃO 06: Gabarito: [E]

**Comentário:** O cariótipo apresentado revela os 23 pares de cromossomos de um homem normal, contendo vinte e dois pares de autossomos, um cromossomo X e um cromossomo Y.

### QUESTÃO 07: Gabarito: [E]

**Comentário:** O texto cita a correlação entre mulheres que já tiveram filhos do sexo masculino e a presença de células portadoras do cromossomo Y em seus tecidos. Tal fato contesta o dogma de que todas as células de um indivíduo são provenientes do zigoto

### QUESTÃO 08: Gabarito: [A]

**Comentário:** A timidina radioativa  $^3\text{H}$  (timidina)-será incorporada ao DNA nuclear e mitocondrial.

### QUESTÃO 09: Gabarito: [B]

**Comentário:** Os cromossomos observados durante o processo de divisão celular correspondem aos filamentos da cromatina duplicados e espiralizados.

### QUESTÃO 10: Gabarito: [A]

**Comentário:** O cromossomo mostrado encontra-se em metáfase, duplicado com duas cromátides-irmãs com duas moléculas de DNA.

## REFERENCIAL TEÓRICO

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; Biologia Molecular da Célula. Porto Alegre: Artmed, 5ed. 2008.

COOPER G.M. & HAUSMAN R.E. A Célula: uma abordagem molecular. 3ed. Porto Alegre, Artmed, 2007

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

JUNQUEIRA L.C.U., CARNEIRO J. Biologia Celular e Molecular. 6ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2005.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 1 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 2 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; BIO volume 2. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; Biologia, volume único 1. Ed. São Paulo: Ática, 2011.