

# Painéis "Do Organismo ao Genoma"

A série de 5 painéis "do organismo ao genoma" tem por objetivo mostrar que os organismos vivos são formados por células que funcionam de acordo com instruções contidas no DNA, o material genético. Identificar os agentes envolvidos no fluxo de informação que ocorre na célula e entender a relação entre eles é um primeiro passo para a compreensão dos fenômenos daí decorrentes.

Outro importante aspecto dessa série de painéis é explicitar a estreita relação que existe entre os atores apresentados (moléculas, organelas, códigos, etc) com as funções por eles desempenhadas.



## Painel 1



Todo ser vivo é formado por uma ou mais células. O corpo humano, por exemplo, é composto por trilhões delas. As células são tão pequenas que necessitam de um microscópio para serem visualizadas.

### ***Sugestões de temas para correlações:***

- introduzir ou reforçar o conceito de que todos os seres vivos, a espécie humana entre eles, são formados por células
- as células necessitam de equipamentos ópticos para serem visualizadas e estudadas. Como funcionam esses instrumentos?
- combinar o conteúdo com uma aula prática que possibilite a elaboração de preparações citológicas simples e a observação de células pelos próprios alunos.
- enfatizar que os vegetais também são formados por células.

## Painel 2



O nosso corpo é constituído de trilhões de células, organizadas em diversos tipos de tecidos. Todas essas células originam-se de uma única, denominada zigoto que, por sua vez, é o resultado da união de duas outras: o espermatozóide e o óvulo. À medida que o embrião cresce, grupos de células vão se tornando diferentes em estrutura e função, em decorrência de um processo chamado de **diferenciação celular**.

### ***Sugestões de temas para correlações e atividades em sala de aula:***

- Introduzir ou reforçar o conceito de célula como unidade fundamental de todos os seres vivos, incluindo a espécie humana.
- motivar os alunos para a necessidade de conhecer o funcionamento de instrumentos como os microscópios, fundamentais para a visualização e estudo das células.
- relacionar a forma e o tamanho dos diferentes tipos de células com as funções que elas desempenham. Para tornar esta discussão mais lúdica, sugerimos a utilização do jogo “Baralho Celular” disponibilizado em [http://www.genoma.ib.usp.br/educacao/PDF/BC\\_manual070529.pdf](http://www.genoma.ib.usp.br/educacao/PDF/BC_manual070529.pdf)
- construir, com os alunos, um protocolo de aula prática capaz de levar à visualização de diferentes preparações citológicas. Se possível, montar a aula para que os alunos possam visualizar diferentes tipos de células, como células da epiderme de vegetais (cebola, tomate) ou da mucosa bucal (kits para aulas práticas estão disponíveis para empréstimo na Diretoria de Ensino Norte 2).
- colocar para discussão a pergunta: Por que os organismos pluricelulares necessitam de tecidos formados por diferentes tipos de células se existem organismos como as bactérias e protozoários formados por uma única célula?
- introduzir o conceito de diferenciação celular.

## Informações complementares para o professor

Se todas as células diferenciadas de um organismo contêm os mesmos genes, e todos os genes têm o potencial de ser expressar, como as células tornam-se diferenciadas ou especializadas? A resposta para esta questão está nos genes que estão ativos nos diversos tipos celulares, ou seja, as grandes diferenças entre as células em um organismo resultam da expressão seletiva de genes. À medida que um embrião em desenvolvimento sofre sucessivas divisões, genes específicos são ativados em diferentes células durante diversos períodos de tempo. Grupos de células seguem vias de desenvolvimento distintas, e cada grupo desenvolve um tipo particular de tecido. Finalmente, no organismo maduro, cada tipo de célula tem um padrão diferente de genes que são expressos.

A Tabela abaixo ilustra padrões de expressão gênica de alguns genes em células de três diferentes tecidos especializados de um mamífero. Os genes para as enzimas da via metabólica da glicólise estão ativos em todas as células metabolicamente ativas, incluindo células do pâncreas, do cristalino e nervosas, como exemplificado. Entretanto, os genes que codificam proteínas especializadas, como a hemoglobina, por exemplo, são expressos apenas por células específicas.

**Tabela 1.** Padrões de expressão de diferentes genes no corpo humano.

	<i>Célula pancreática</i>	<i>Célula do cristalino (embrião)</i>	<i>Neurônio</i>
<b>Genes das enzimas da via glicolítica</b>	Funcionais	Funcionais	Funcionais
<b>Gene do cristalino</b>	Inativo	Funcional	Inativo
<b>Gene da insulina</b>	Funcional	Inativo	Inativo
<b>Gene da hemoglobina</b>	Inativo	Inativo	inativo

As proteínas especializadas que foram usadas como exemplo são as proteínas transparentes do cristalino, que formam a lente do olho; o hormônio insulina; e a proteína transportadora de oxigênio, hemoglobina. Note que os genes para hemoglobina não estão ativos em nenhum dos tipos celulares mostrados na tabela. Eles se expressam apenas nas células que irão se desenvolver em hemácias. Os genes para insulina são ativados apenas nas células do pâncreas que produzem hormônio. As células nervosas expressam genes para outras proteínas especializadas não mostradas. As hemácias, por exemplo, atingem um grau máximo de diferenciação, pois elas, após acumularem produtos protéicos, perdem seus núcleos e, assim, todos os seus genes.

Vimos então que as células eucarióticas tornam-se especializadas porque passam a expressar um conjunto específico de genes. Para cada conjunto de genes em atividade um conjunto correspondente de proteínas é produzido fazendo com que as células tenham formas e funções específicas.

## Diferenciação versus potencialidade

Todas as células têm duas características importantes: o grau de diferenciação e a potencialidade. O grau de diferenciação reflete a quanto uma célula é especializada. A potencialidade é a capacidade que ela tem de originar outros tipos celulares. Quanto maior a potencialidade da célula, geralmente será menor o seu grau de diferenciação. O zigoto é a célula com a máxima potencialidade, pois ele dá origem a todos os tipos de células. Assim, ele não é especializado ou diferenciado. No outro extremo, há células com potencialidade nula, como é o caso dos glóbulos vermelhos, que perdem o núcleo durante o processo de diferenciação. Conseqüentemente, perderam a capacidade de originar outras células e de manterem-se vivas por longo período de tempo. Por isso, as hemácias não têm potencialidade.

A compreensão das diferenças de potencialidade entre as células é importante para o entendimento de uma série de tópicos tratados a seguir.

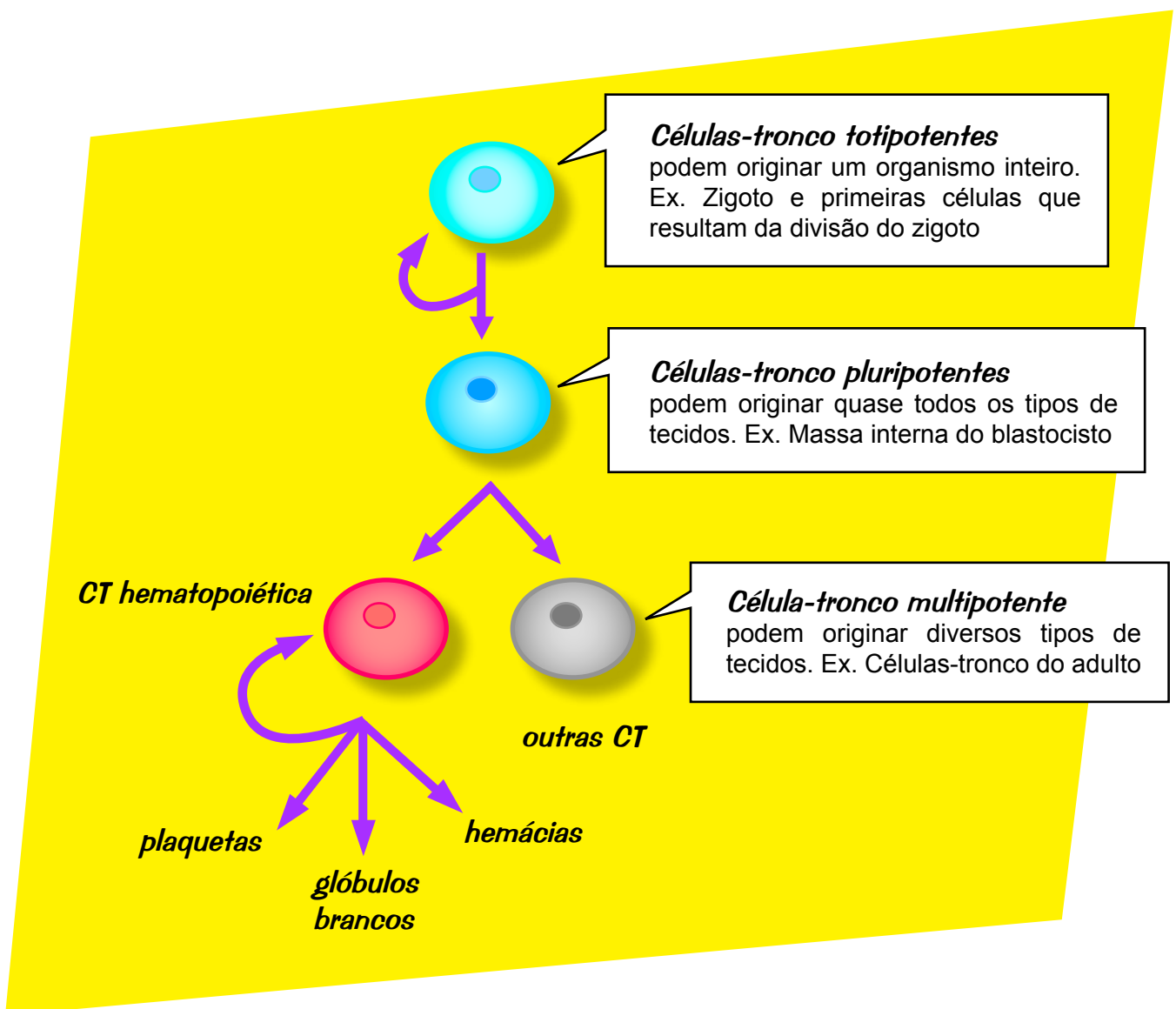
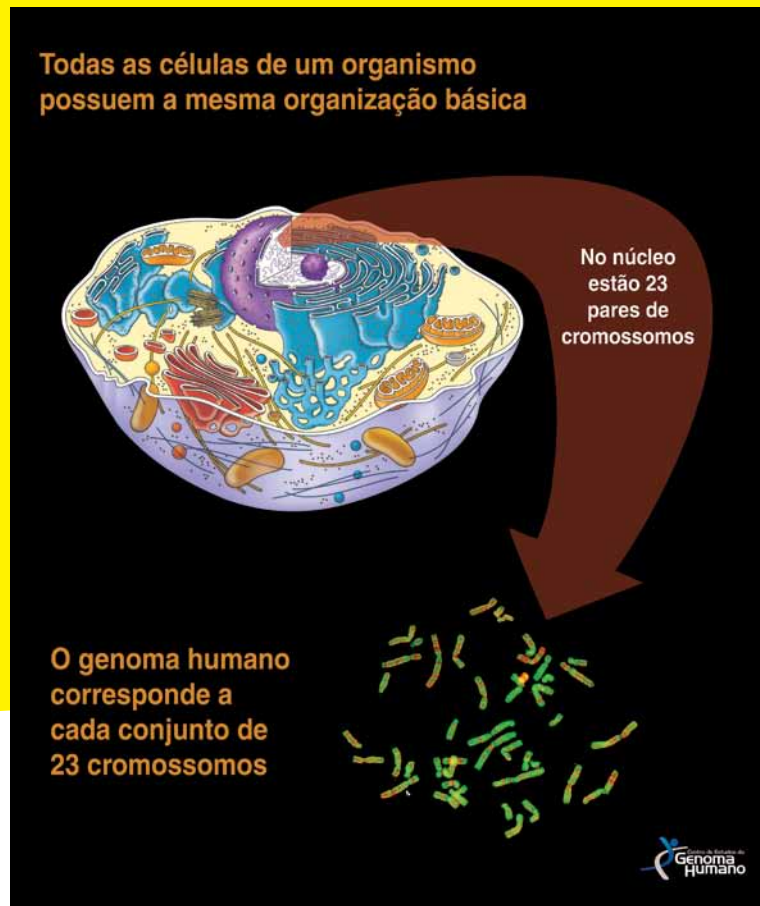


Figura 2. Classificação das células de acordo com sua potencialidade.

## Painel 3



### ***No núcleo das células eucarióticas estão os cromossomos***

Cromossomo é cada um dos filamentos observáveis no núcleo da célula eucariótica, formados por DNA e proteínas. Durante a interfase os cromossomos são visualizados com um emaranhado de fios. Por essa razão, é impossível observá-los como unidades individualizadas e o conjunto deles é denominado cromatina. Na divisão celular os filamentos tornam-se altamente compactados e visíveis em microscopia óptica como unidades com tamanhos e formas diversas.

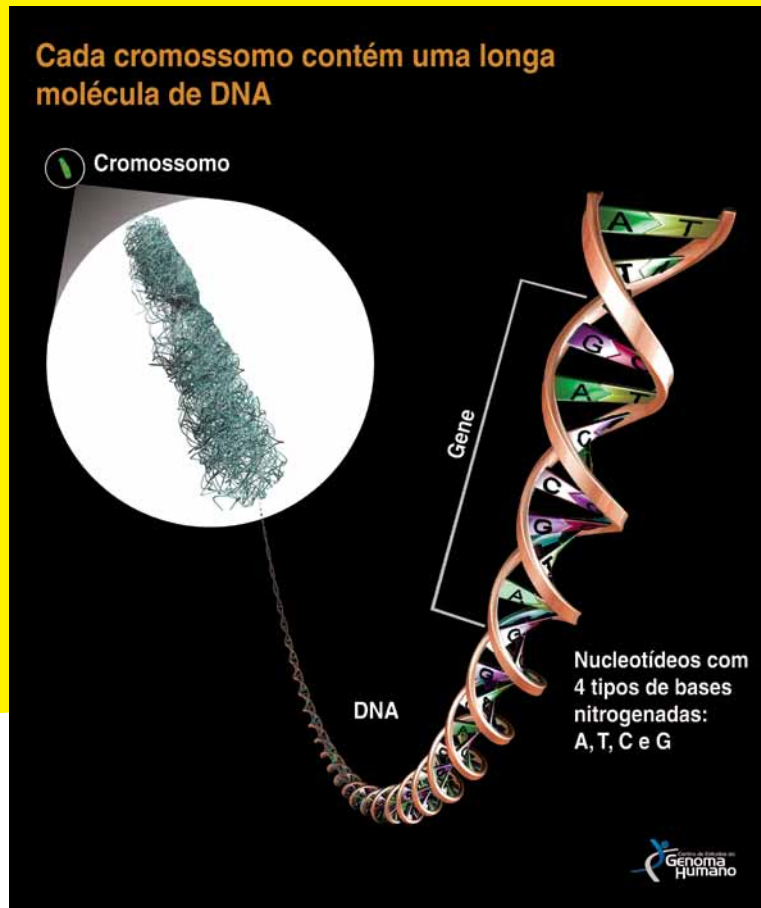
O número e o tamanho dos cromossomos são os mesmos em todas as células somáticas de um mesmo organismo, mas variam em organismos diferentes. Nas células somáticas humanas o DNA está distribuído por 23 pares de cromossomos.

Todo o DNA contido em um gameta ( $n$ ) corresponde ao seu genoma. Assim sendo, as células somáticas, originadas da união dos gametas materno e paterno, possuem dois genomas.

#### ***O professor pode aproveitar essa oportunidade para:***

- enfatizar a organização básica que todas as células animais possuem,
- localizar o material genético no interior das células eucarióticas,
- referir-se às diferentes formas e tamanhos que os cromossomos apresentam
- comparar a organização básica das células animais com as vegetais,
- comparar a organização básica das células eucarióticas com as procarióticas,
- contrastar a organização da célula com a dos vírus,
- comentar as diferentes organizações que o material genético apresenta na interfase e durante a divisão celular,
- apresentar os cromossomos como portadores da informação genética,
- apresentar cariótipos de espécies diversas,
- comentar que a análise do cariótipo permite a identificação de portadores de doenças causadas por alterações na forma ou no número dos cromossomos
- definir genoma

## Painel 4



Cada cromossomo é formado por uma única e longa molécula de DNA associada a proteínas. Como mencionado anteriormente, durante a divisão celular o grau de empacotamento do DNA nos cromossomos atinge seu grau máximo (metáfase), possibilitando que eles sejam observados como unidades individualizadas.

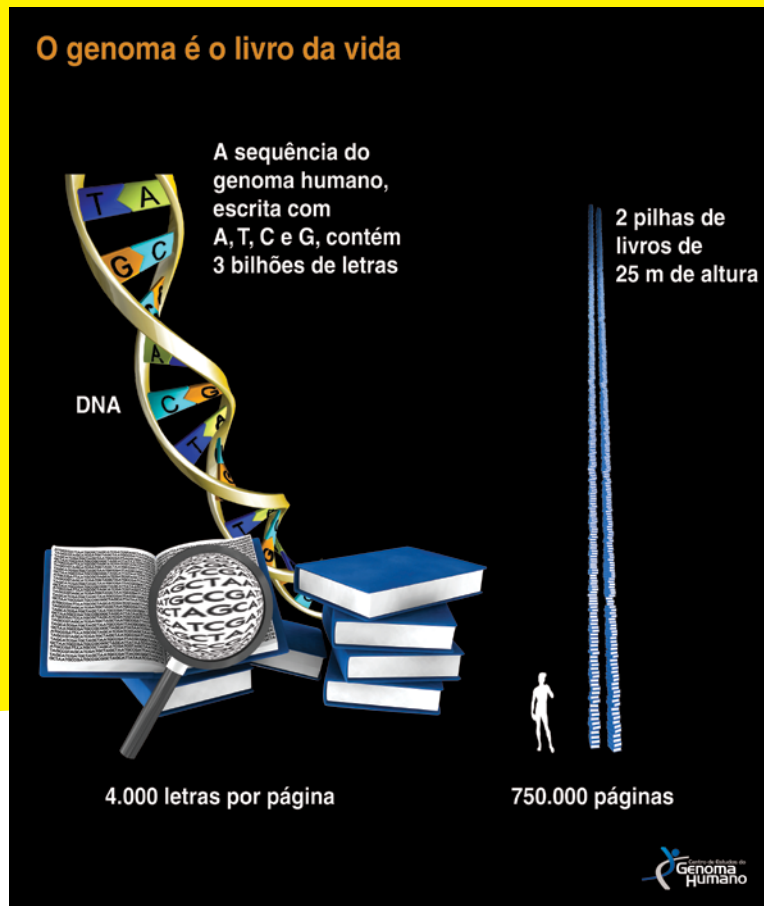
O DNA (ácido desoxirribonucléico) é uma molécula em forma de dupla fita com arranjo helicoidal. Cada uma das fitas é formada por uma série de nucleotídeos ligados entre si. Cada nucleotídeo é composto por uma molécula de açúcar (a desoxirribose), um fosfato e uma base nitrogenada. Existem quatro tipos possíveis de bases nitrogenadas no DNA, adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). As duas fitas da molécula de DNA são mantidas unidas pelo emparelhamento dessas bases: A sempre emparelha com T e C com G. A seqüência de bases nitrogenadas na molécula é muito importante, pois determina as instruções contidas no DNA.

Cada molécula de DNA possui uma longa lista de instruções ou receitas, que quando executadas, dão às células formas e funções características. Cada instrução pode ser comparada a uma receita para a realização de uma determinada função dentro da célula. A maioria das funções na célula é desempenhada por proteínas, moléculas orgânicas que são sintetizadas no citoplasma segundo instruções, ou receitas, contidas no DNA. Cada receita corresponde a um gene. Do ponto de vista molecular o gene é um segmento de DNA cuja seqüência de nucleotídeos especifica a seqüência de aminoácidos de uma determinada proteína.

### *O professor pode aproveitar essa oportunidade para:*

- enfatizar a composição de um cromossomo,
- ressaltar as diferentes formas de organização (níveis de empacotamento) do material genético na interfase e durante a divisão celular,
- salientar que o cromossomo metafásico está duplicado e que apresenta duas cromátides,
- cada uma das cromátides contém uma longa molécula de DNA,
- que um gene corresponde a um segmento de DNA contendo uma receita, ou seja, a síntese para uma molécula, geralmente proteína (ele pode também codificar RNA transportador e ribossômico, que não serão traduzidos em proteínas),
- os genes estão ativos na interfase.

## Painel 5



Como mencionado anteriormente no genoma estão todas as instruções contidas no DNA. Tais instruções estão escritas numa linguagem que pode ser entendida pela célula, isto é, numa série de apenas quatro letras: A, T, C e G.

Se a seqüência de cerca de 3 bilhões de letras do genoma humano fosse alinhada como as letras contidas nas páginas de um livro, com 4.000 letras por página, seriam necessárias 750.000 páginas, o equivalente a duas pilhas de livros de 25 metros cada.

Os cientistas descobriram, na década de 60, o código usado pela célula para traduzir a linguagem em código contida no DNA. Esse código, denominado o código genético, é válido para as regiões do genoma que contém genes ou receitas para a síntese de proteínas, cerca de 2% do genoma.

### ***Informações complementares para o professor***

O produto de um gene pode ser um RNA que não vai ser traduzido, como os RNAs transportadores e RNAs ribossômicos, por exemplo, ou então um RNA mensageiro que será traduzido em uma proteína. As proteínas são formadas por uma série de aminoácidos ligados entre si e desempenham várias funções na célula. Elas podem, por exemplo, funcionar como enzimas que atuam no metabolismo celular (como as quinases), ou serem estruturais (como a queratina), ou desempenharem funções fisiológicas (como a hemoglobina e a insulina), ou de transporte (como a hemoglobina), ou então ser uma proteína reguladora (como os fatores de transcrição que controlam o funcionamento dos genes).

No código genético, cada trinca de nucleotídeos do DNA corresponde a um aminoácido na proteína. As quatro letras do DNA (A, T, C e G) quando combinadas de três em três formam 64 trincas diferentes. Porém, dessas 64 trincas possíveis, apenas 61 correspondem a aminoácidos na proteína; as demais são usadas na pontuação do código, isto é, são sinais de início e de parada da síntese de proteínas. Como existem apenas 20 tipos diferentes de aminoácidos nas proteínas dos seres vivos, alguns aminoácidos são codificados por mais do que uma trinca. Isso significa que o código é degenerado.



***Atenção: código genético NÃO é sinônimo de genoma.***

***O professor pode aproveitar essa oportunidade para:***

- relacionar a estrutura da molécula de DNA com a maneira como ele codifica informações
- referir-se à quantidade de informação genética contida em uma célula.
- explicar o código genético
- enfatizar a relação entre a seqüência de bases no DNA e a seqüência de aminoácidos na proteína
- explicar que apenas uma pequena fração da informação genética contém genes, ou seja, contém código para a síntese de proteínas.