

## INTRODUÇÃO À BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR PARA O ENSINO – PARTE I

Prof<sup>a</sup>. Maria Rita de Cássia Campos<sup>1</sup>

Sejam bem-vindos ao capítulo **Introdução à Biologia Celular e Molecular para o Ensino – Parte I!**

Caro leitor, neste momento em que você lê este texto muitas informações que passam pela retina chegam às células nervosas e imediatamente são processadas. Você pode ter como resposta medo, ansiedade, bem-estar e/ou outras sensações dependendo da via de sinalização celular. Por outro lado, quando você caminha da sua casa ao seu trabalho pode observar a diversidade de vida ao seu redor. Há grama, pessoas, animais e árvores. O que eles têm em comum? São compostos por unidades de matéria viva que compartilham da mesma maquinaria para a maioria das funções básicas.

Neste capítulo você vai saber um pouco mais sobre estas unidades elementares (célula), seus componentes e seu funcionamento. Entenderá que o que circunda a célula controla, por meio de uma permeabilidade seletiva, "o que entra e sai". Verá que todo mecanismo é controlado por um núcleo onde está a informação genética que passará de geração a geração por meio da reprodução. O organismo parental transmite informações específicas das características que seus descendentes devem ter. Este fenômeno, denominado *hereditariedade*, é o que diferencia a vida de outros processos. Dentro deste contexto, a célula representa o veículo de informação hereditária que irá definir uma espécie. Sendo assim, uma célula contém toda maquinaria para obter a matéria-prima do ambiente e elaborar, a partir deste material, novas células com a nova cópia da informação genética. Todos os processos são ricamente regulados.

Aqui serão abordadas as características estruturais e funcionais da célula, com enfoque na diversidade celular, organização interna das células, incluindo a compartimentalização e funcionamento celular. Para isto, serão abordados conteúdos relacionados às membranas celulares, incluindo estrutura, permeabilidade e os mecanismos de comunicação celular. Ainda nesta unidade será estudado o núcleo da célula e o ciclo celular. E, para finalizar, na unidade será enfatizada a reprodução celular e sua relação com os princípios básicos da herança genética.

Todo o material didático dessa disciplina foi estruturado para potencializar sua aprendizagem. Por isso, leia, atenta e rigorosamente, todos os textos do material impresso e virtual, pois os conteúdos se complementam. Realize todas as atividades propostas, a fim de tirar um excelente proveito desse módulo disciplinar e para que seu estudo não fique fragmentado.

Esperamos que seus resultados, durante a disciplina, sejam os melhores! Estamos aqui para colaborar com isso. Porém, não se esqueça: depende muito mais de você!

---

<sup>1</sup> Docente do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás

– Regional Catalão.

## PARTE I - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS DA CÉLULA E OS PRINCÍPIOS BÁSICOS DA HERANÇA

### Tema 1- Diversidade Celular

As células são unidades estruturais e funcionais dos organismos vivos. As células são pequenas unidades limitadas por membrana, preenchidas com uma solução aquosa concentrada de substâncias químicas e com capacidade de criar cópias delas mesmas.

As células variam em tamanho, função e em necessidades químicas. Considere o painel de células mostradas na Figura 1. Em humanos acredita-se que existam, aproximadamente, 100 trilhões de células, que se organizam em grupos e efetuam tarefas especializadas e são ligadas por um eficiente sistema de comunicação. Apesar da diversidade observada entre as células, as mesmas têm uma química básica em comum.

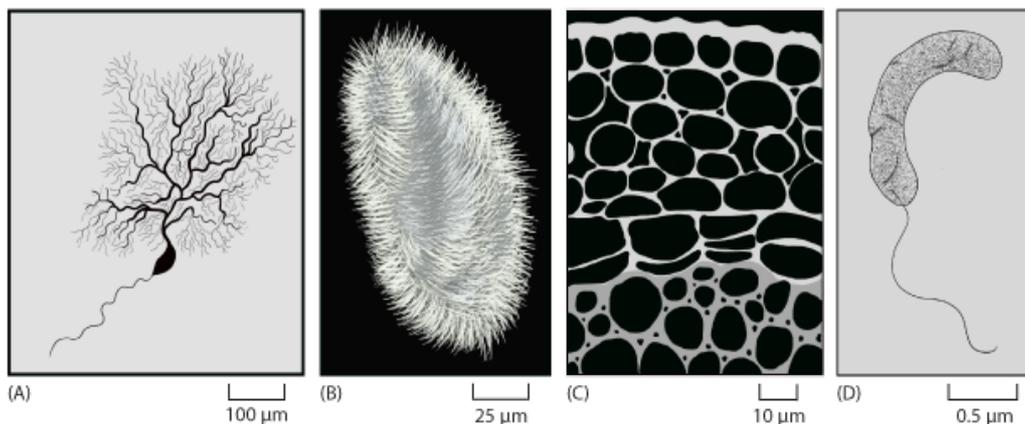


Figura 1- Variedade de formas e tamanhos de células. A) Célula nervosa, B) *Paramecium*, célula gigante única, C) Corte de caule e, D) Bactéria (Alberts et al., 2011).

As células possuem como propriedades básicas:

- 1- Complexidade e ao mesmo tempo organização
- 2- Possuem um programa genético e os meios para usá-lo
- 3- São capazes de produzir cópias delas mesmas
- 4- Adquirem e utilizam energia
- 5- Realizam uma variedade de reações químicas
- 6- Participam de numerosas atividades mecânicas
- 7- São capazes de responder a estímulos
- 8- São capazes de autorregulação.

### **Teoria celular**

- ❖ As células constituem as unidades morfológicas e fisiológicas de todos os organismos vivos;
- ❖ As células se originam unicamente de outras células e sua continuidade se mantém devido à transmissão de seu material genético ao longo das gerações;
- ❖ A célula é a menor unidade de vida.

De acordo com o número de células que compõe os organismos vivos podemos classificá-los em unicelulares e pluricelulares (ou multicelulares). Considerando a presença ou ausência do núcleo os organismos são classificados em eucariotos (grego- *eu*, significando "verdadeiro" e *Karyon*, "núcleo") e procariotos (*pro*-antes).

### **Célula procariótica**

A maioria dos procariotos vive como organismo unicelular. Na forma e estrutura podem parecer simples e limitados, mas a célula procariótica apresenta química elaborada. Os organismos procarióticos exploram enorme amplitude de habitats, alguns são aeróbios (utilizam oxigênio para oxidar alimentos), outros anaeróbios e morrem à mínima exposição ao oxigênio. Os procariotos se alimentam de qualquer material orgânico.

A célula procariótica não contém organelas, frequentemente tem uma cobertura protetora resistente chamada parede celular, envolvendo a membrana plasmática, que envolve um único compartimento contendo o citoplasma e o DNA.

### **Célula eucariótica**

Em geral, as células eucarióticas são mais elaboradas que as células procarióticas. Por definição, todas as células eucarióticas possuem núcleo, são ricas em membranas e, morfológicamente, apresentam um citoplasma, envolvido pela membrana plasmática e vários compartimentos com funções diferentes. Verifique as principais organelas encontradas em células eucarióticas a partir do ponto de vista das suas funções:

- O NÚCLEO está envolvido por duas membranas concêntricas que formam o envelope nuclear.
- As MITOCÔNDRIAS são geradoras de energia química para célula.
- O RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO (RE) é o local no qual a maioria dos componentes da membrana celular, assim como materiais destinados à exportação a partir da célula, é sintetizado.
- O APARELHO DE GOLGI recebe e modifica quimicamente as moléculas sintetizadas no RE e então as direcionam para outros locais.
- É nos LISOSSOMOS que ocorre a digestão intracelular.

Uma troca contínua de materiais ocorre entre o RE, o aparelho de Golgi, os lisossomos e o exterior da célula. No citoplasma observa-se uma rede de filamentos responsável pelos movimentos celulares direcionados, o citoesqueleto.

Saiba mais!!!!

Vamos aprender mais sobre a relação entre as células e o reino a que pertencem os organismos vivos. Consulte o endereço:

<http://revistaescola.abril.com.br/fundamental-2/relacao-celulas-reino-pertencem-seres-vivos-744829.shtml>

Sobre células eucarióticas e procarióticas consulte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10547/eucariotoxprocarioto.swf>

**Vamos pensar?** Numa cidade temos a prefeitura que representa o CENTRO DE COMANDO, temos os correios que RECEBEM, SELECIONAM e DISTRIBUEM as correspondências. E na célula eucariótica? Compare a célula eucariótica com uma cidade.

### **Recapitulando**

- As células são as unidades fundamentais da vida. Células são complexas e organizadas, se originam de outras células preexistentes, possuem um programa genético e maneiras de usá-lo. Além disso, as células são capazes de responder a estímulos e se autorregular.
- Existem dois tipos de células: células eucarióticas (com núcleo) e células procarióticas (sem núcleo).
- Células procarióticas possuem organização simples, formas e tamanhos variados, não possuem organelas e o material genético encontra-se disperso no citoplasma.
- Células eucarióticas possuem núcleo e outras organelas. O citoplasma inclui todo o conteúdo celular fora do núcleo. Encontra-se no citoplasma as mitocôndrias que realizam oxidação de moléculas do alimento. O retículo endoplasmático, o aparelho de Golgi e os lisossomos permitem que as células sintetizem moléculas complexas para exportação a partir da célula.

### Tema 2- Superfície Celular

Todas as células vivas são envolvidas por uma membrana plasmática que serve para separar e proteger seus constituintes do meio externo. Dentro da célula eucariótica as organelas, envoltas por membrana, mantêm as diferenças, características entre os conteúdos de cada organela e o citoplasma. A estrutura da membrana plasmática pode ser observada na Figura 2. Todas as membranas biológicas têm uma estrutura em comum: uma dupla camada de lipídios com proteínas associadas (modelo *MOSAICO FLUIDO*).

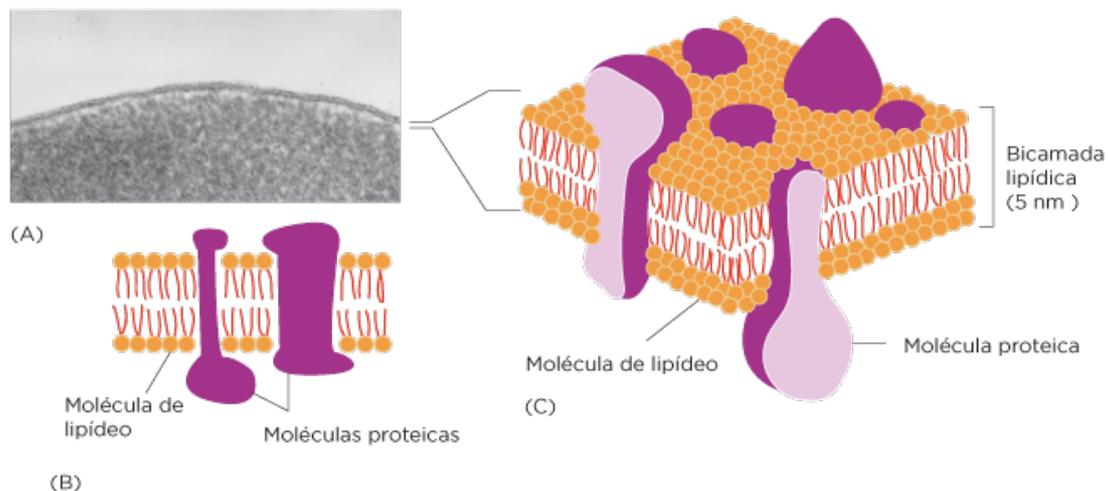


Figura 2 - A membrana celular pode ser observada de diversas formas. A) Eletromicrografia da membrana plasmática de uma hemácia, em seção transversal. (B e C) Desenhos esquemáticos mostrando visões bi e tridimensionais de uma membrana celular (Alberts et al., 2011).

As células vivem e crescem em função das trocas de moléculas com o ambiente. Várias substâncias entram e saem da célula espontaneamente, por um fenômeno físico conhecido como difusão. Pequenas substâncias como íons e gases cruzam a membrana, passando do meio mais concentrado (hipertônico) para o menos concentrado (hipotônico). Algumas substâncias entram na célula através de proteínas da membrana (permease) por um processo denominado difusão facilitada. Estes tipos de transporte ocorrem sem gasto de energia e são denominados **TRANSPORTE PASSIVO**.

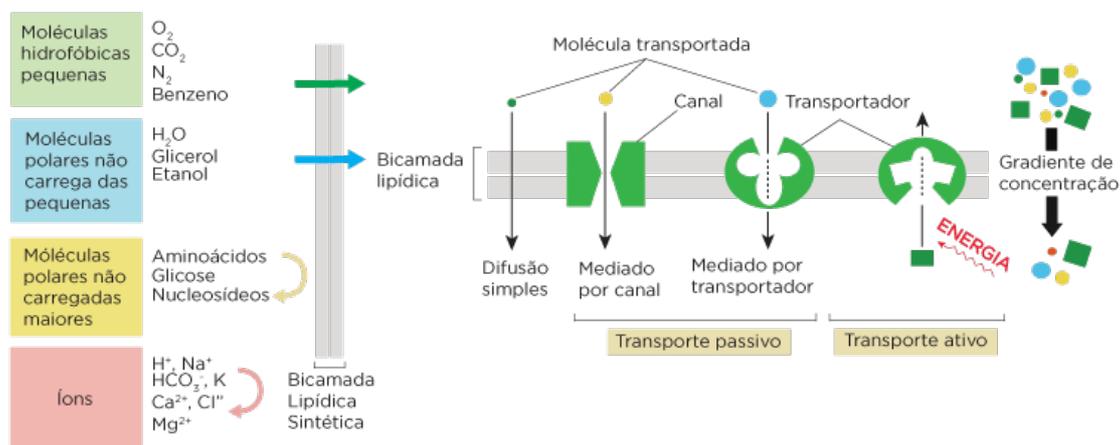


Figura 3 - Transporte através da membrana. (Alberts et al., 2011)

Os transportadores ou canais mediam o transporte de moléculas através da membrana plasmática. No transporte passivo não ocorre gasto de energia. Contudo, o movimento de uma substância contra o gradiente de concentração necessita de energia, temos, portanto, o **TRANSPORTE ATIVO**.

Saiba mais!!!!

Vamos aprender mais sobre a osmose. Consulte o endereço: <http://rived.mec.gov.br/atividades/biologia/osmose/osmose.swf> e para complementar leia também: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc26/v26a11.pdf>

### Vamos pensar?

Cinco estudantes em uma sala de aula sempre se sentam juntos na primeira fila de carteiras. Isso pode ocorrer porque (A) eles realmente se gostam, ou (B) nenhum outro aluno quer se sentar junto a eles. Qual das duas explicações também se aplica às moléculas lipídicas, quão diferentes seriam as suas propriedades?

### Recapitulando

- Membranas celulares delimitam a células e também seus compartimentos.
- Estruturalmente, as membranas celulares são formadas por bicamada lipídica onde proteínas estão embebidas.
- A bicamada lipídica das membranas celulares é permeável a moléculas apolares pequenas e a moléculas polares muito pequenas. Por outro lado, é impermeável à maioria das moléculas grandes.
- As membranas celulares apresentam duas classes de proteínas de transporte: os transportadores e os canais.
- No transporte ativo, as substâncias se movem espontaneamente a favor de seu gradiente de concentração. No transporte ativo, a substância é transportada contra seu gradiente de concentração em um processo que requer gasto de energia.

### Tema 3- Célula: fluxo da informação genética

A presença do núcleo representa uma das principais características da célula eucariótica. Ao microscópio óptico o núcleo tem contornos nítidos (envoltório nuclear), que se comunica com o exterior por meio do complexo do poro, o seu interior é preenchido por nucleoplasma onde se distinguem o nucléolo e a cromatina (Figura 4).

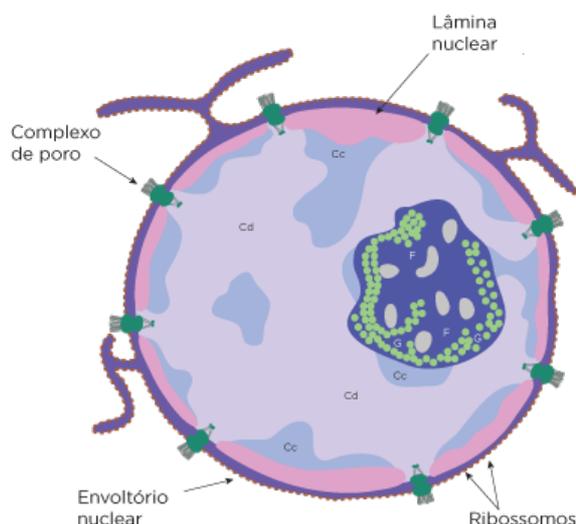


Figura 4 - Esquema representativo do núcleo e seus componentes (Junqueira e Carneiro, 2012).

A principal função do núcleo é conter a informação genética (DNA). É no núcleo que ocorre a replicação do DNA e também a transcrição em RNA. A informação genética, desta forma, flui do DNA no núcleo para o RNAm e, este, transporta a informação para o citoplasma onde ocorre a síntese de proteínas. Em organismos unicelulares, a célula cresce ao absorver substâncias do meio e utilizando esses materiais na síntese de compostos celulares. Quando essas células atingem um dado tamanho dividem-se, obtendo-se duas células-filhas com metade do tamanho, que crescerão e assim sucessivamente. Em organismos multicelulares, pelo contrário, a divisão celular e o aumento do volume celulares são os meios pelo qual o organismo cresce.

Há dois tipos de divisão celular: **mitose** e **meiose**. A mitose ocupa de 5 a 10% do ciclo celular, o restante do tempo é ocupado pela intérfase. Na intérfase podem ser observadas três fases: G1, S e G2. É na etapa S que ocorre a replicação do DNA. A mitose é um processo contínuo, mas geralmente considera-se, por uma questão de facilidade, quatro etapas: Prófase, Metáfase, Anáfase e Telófase (Figura 5). A mitose é a divisão habitual das células somáticas, pela qual o corpo cresce se diferencia e realiza reparos. A divisão mitótica resulta normalmente em duas células-filhas, cada uma com cromossomos e genes idênticos aos da célula-mãe. A meiose ocorre somente nas células da linhagem germinativa e apenas uma vez numa geração. Resulta na formação de células reprodutivas (gametas), cada uma das quais tem apenas 23 cromossomos. Nas células somáticas humanas são encontrados 46 cromossomos.

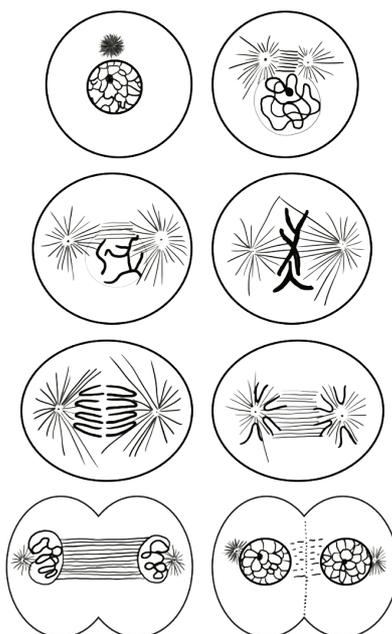


Figura 5- Etapas da Mitose: I ao III prófase, IV metáfase, V e VI anáfase, VII e VIII

telófase. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Mitose>

## Vamos pensar?

Por que uma célula-mãe diploide, que sofre meiose, produz quatro células haplóides?

## Recapitulando

- O núcleo constitui a principal característica que distingue células eucarióticas de células procarióticas. Os principais constituintes são: cromossomos ou cromatina, nucléolo, nucleoplasma.

- O ciclo celular possui as fases: S, G1 e G2 (intérfase) e M (mitose). A mitose se subdivide em prófase, metáfase, e anáfase e telófase.

- Durante a meiose, os cromossomos de origem paterna e materna, em uma célula diplóide, distribuem-se entre os gametas.

Saiba mais!!!!

Vamos aprender mais sobre a mitose e meiose. Consulte o endereço:

<http://www.johnkyrk.com/mitosis.pt.html> e

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/20309/meiose.swf?sequence=1>

## Tema 4 - Herança genética

*Cruzamentos monoíbridos* (Princípios de dominância e segregação) - 1ª Lei de Mendel

Gregor Johann Mendel, um monge austríaco, fez experimentos com várias espécies de plantas de jardim e até tentou alguns experimentos com abelhas. Em um experimento, Mendel fez fertilização cruzada (*Pisum sativum*) utilizando ervilhas. Cruzou plantas de sementes verdes com plantas de sementes amarelas (Geração parental, **P**) para investigar como a cor da semente era herdada. Como resultado, Mendel obteve plantas com sementes amarelas (Prole **F1**) independente do modo como fazia o cruzamento. Na geração seguinte (Prole **F2**) descobriu que: três quartos ( $\frac{3}{4}$ ) do total das descendências eram fenotipicamente iguais à 1ª geração filiar (F1), enquanto os restantes ( $\frac{1}{4}$ ) eram fenotipicamente iguais a um dos pais (de geração P). Mendel deduziu que os híbridos obtidos em F1 tinha um fator latente (**recessivo**) para baixa, que foi mascarado pela expressão de outro fator para alta (**dominante**). Além disso, Mendel observou que os fatores recessivos e dominantes separavam um do outro quando eram produzidas plantas híbridas. Mendel testou mais seis características para estudar herança e, como estudava uma característica de cada vez, o cruzamento era denominado monoíbrido. Outra observação feita por Mendel é que a prole aparecia constantemente na proporção de 3:1 (Figura 6).

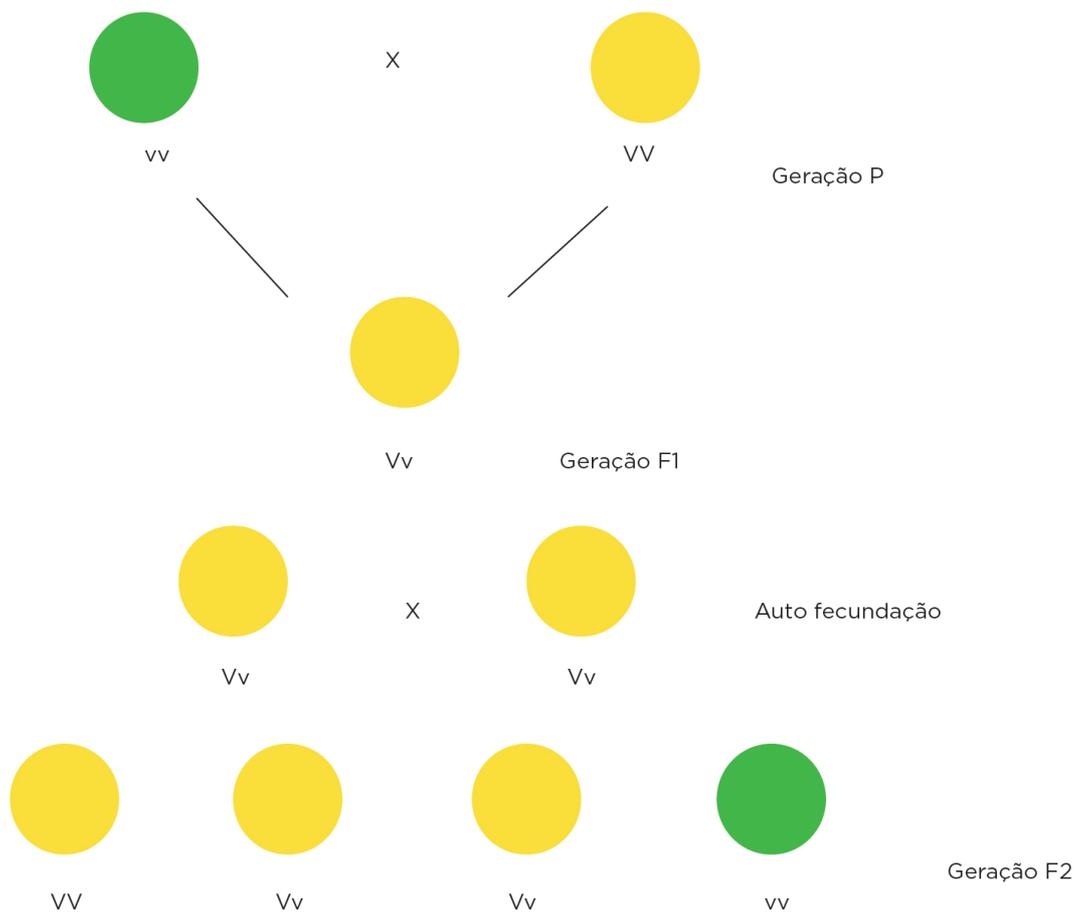


Figura 6 - Cruzamentos de Mendel envolvendo a característica cor de sementes.

Da análise de Mendel, deste e de outros cruzamentos monoíbridos, podemos resumir: 1- **Princípio da dominância** - Em um heterozigoto, um alelo pode mascarar a presença do outro. 2 - **Princípio da segregação** - Em um heterozigoto, dois alelos diferentes segregam-se um do outro durante a formação dos gametas.

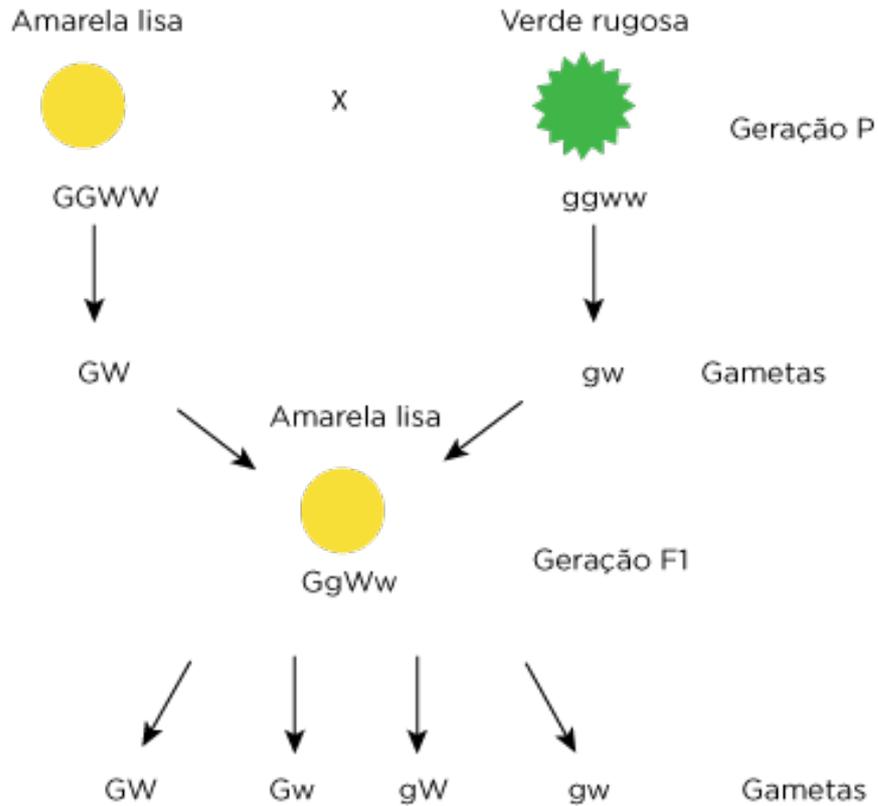
*Cruzamentos diíbridos* (Princípio da distribuição independente) - 2ª Lei de Mendel

Mendel fez cruzamentos com plantas que diferiam em duas características. Ele cruzou plantas que produziam sementes amarelas lisas com plantas que produziam sementes verdes rugosas. Veja o cruzamento e os resultados na Figura 7. Os resultados mostraram uma segregação das características na prole (9:3:3:1). Mendel fez experimentos similares com outras combinações de características e em cada caso observou que os genes segregavam independentemente.

Da análise de Mendel deste e de outros cruzamentos diíbridos podemos resumir: 1- **Princípio da distribuição independente** - Os alelos de genes diferentes segregam-se, ou distribuem-se independentemente uns dos outros. Este princípio é baseado no comportamento de pares diferentes de cromossomos durante a meiose. No entanto, nem todos os genes seguem este princípio, a exemplo da dominância

incompleta, codominância e alelos múltiplos.

Os princípios ou leis de Mendel podem ser usados para prever os resultados de cruzamentos entre linhagens diferentes de organismos.



### AUTO FECUNDAÇÃO

	GW	Gw	gW	gw
GW	GGWW	GGWw	GgWW	GgWw
GW	GGWw	GGww	GgWw	Ggww
gW	GgWW	GgWw	ggWW	ggWw
GW	GgWw	Ggww	ggWw	ggww

Figura 7- Representação simbólica dos resultados de um cruzamento entre uma variedade de ervilhas de sementes amarelas e lisas com uma variedade de sementes verdes e rugosas.

Mendel usou uma investigação científica para seus experimentos, formulou e testou hipóteses genéticas. Uma investigação científica começa com a observação de um fenômeno, em seguida é formulada a hipótese e, para finalizar, é feita a avaliação. O teste do qui-quadrado é um modo simples de avaliar se as previsões de uma hipótese genética concordam com os dados de um experimento.

Saiba mais!!!!

Vamos aprender mais sobre a herança genética. Consulte o endereço:  
<http://www.youtube.com/watch?v=RDgZ6ihemV4>

### **Vamos pensar?**

Com base nas observações mendelianas, preveja os resultados dos seguintes cruzamentos com ervilhas: (a) uma variedade alta (dominante e homocigota) cruzada com uma variedade baixa; (b) a prole de (a) autofecundada; (c) a prole de (a) cruzada com o genitor alto original; (d) a prole de (a) cruzada com o genitor baixo original.

### **Resumindo**

- Mendel usou a herança de sete características diferentes em ervilhas de jardim, cada uma controlada por um gene diferente.
- Dos trabalhos de Mendel foram formulados três princípios ou leis: 1) Princípio da dominância, 2) Princípio da segregação e, 3) Princípio da segregação independente.

## REFERÊNCIA

ALBERTS, B.; BRAY, D.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Fundamentos de biologia celular**. 3. ed. Artmed: Porto Alegre, 2011.

De ROBERTIS, E.M.F.; HIB, J.; PONZIO, R. **Biologia celular e molecular**. 4. ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2006.

JUNQUEIRA L.C.U.; CARNEIRO J. **Biologia celular e molecular**. 9. ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2012.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 4. ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2008.

## Leitura Complementar

ALBERTS, B.; BRAY, D.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia molecular da célula**. 4. ed. Artmed: Porto Alegre, 2004.

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

KARP, G. **Biologia celular e molecular – conceitos e experimentos**. Manole: São Paulo, 2005. 786p.

LODISH, H.; BERK, A.; MATSUDAIRA, P.; KAISER, C.A.; KRIEGER, M.; SCOTT, M.P.; ZIPURSKY, L.; DARNELL, J. **Biologia celular e molecular**. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2005. 1054 p.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.