

Apostila de Biologia 3º do ensino Médio
E.E Profº Drº Lauro Pereira Travassos
Professor: Durão e Wémerson

Apostila de Biologia
GENÉTICA

2020

SUMÁRIO

Unidade I – GENÉTICA – IMPORTÂNCIA E EVOLUÇÃO DA GENÉTICA	3
Introdução	3
Reprodução dos seres vivos e reprodução celular	4
Reprodução dos seres vivos	4
Reprodução celular	5
ATIVIDADES - Introdução à genética- Reprodução dos seres vivos e reprodução celular	6
Transmissão dos caracteres hereditários	8
Os experimentos de Mendel	10
ATIVIDADES - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores	13
ATIVIDADES 2 - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores	14
ATIVIDADES 3 - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores	15
Construindo heredogramas	16
ATIVIDADES - Construindo Heredogramas	17
 Unidade II – GENÉTICA – OS SISTEMAS SANGUINEOS	 18
Introdução	18
O Sistema ABO	18
ATIVIDADES - Sistema ABO	19
O Sistema Rh	20
Eritroblastose Fetal	20
ATIVIDADES - Sistema Rh e Eritroblastose fetal	21
 Unidade III – A HERANÇA LIGADA AO SEXO	 22
A determinação do sexo	22
A herança ligada ao sexo	23
ATIVIDADES - Determinação do sexo - A herança ligada ao sexo	25

Unidade I – GENÉTICA – IMPORTÂNCIA E EVOLUÇÃO DA GENÉTICA

INTRODUÇÃO

Genética (do grego *genno* = *fazer nascer*) é a ciência dos genes, da hereditariedade e da variação dos organismos. Ramo da Biologia que estuda a forma como se transmitem as características biológicas de geração para geração.

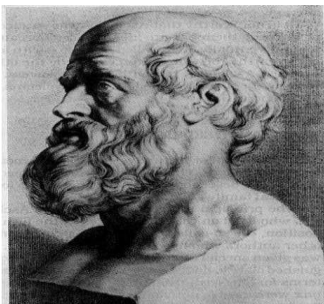
O termo *genética* foi primeiramente aplicado para descrever o estudo da variação e hereditariedade, pelo cientista William Bateson numa carta dirigida a Adam Sedgewick, da data de 18 de Abril de 1908.

Já no tempo da pré-história os agricultores, utilizavam conhecimentos de genética através da domesticação e do cruzamento seletivo de animais e plantas para melhorar suas espécies. Atualmente é a genética que proporciona as ferramentas necessárias para a investigação das funções dos genes, isto é, a análise das interações genéticas. No interior dos organismos, a informação genética está normalmente contida nos cromossomos, onde é representada na estrutura química da molécula de DNA o que diminui bastante o tempo de espera no cruzamento das espécies.

Genética é a área da Biologia que estuda a herança biológica, ou hereditariedade.

Hereditariedade: é a transmissão de característica de pais para filhos, ao longo das gerações.

As primeiras ideias sobre herança biológica



Hipócrates: “pai da medicina”

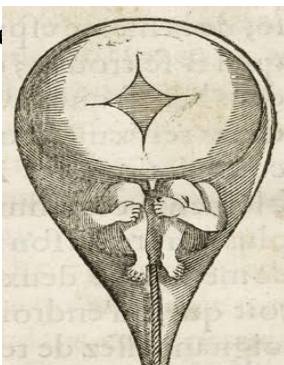
Cada órgão do corpo de um organismo vivo produzia partículas hereditárias chamadas gêmulas, que eram transmitidas aos descendentes no momento da concepção. Hipótese conhecida como Pangênese.

Ar



Acreditava na contribuição diferencial entre os sexos:
Fêmea fornecia a matéria básica
Macho fornecia por meio do sêmen a essência “alma”.

Pro



Acreditavam que haviam um ser pré-formado no ovo.

Na época, formaram-se dois grupos de cientistas que defendiam duas orientações distintas da teoria do pré-formismo. Uns defendiam que o futuro ser já se encontrava em miniatura no espermatozoide. Outros afirmavam que o novo ser existia pré-formado no óvulo. No interior do óvulo ou do espermatozoide estaria um pequeno homem pré-formado, o qual integrava nas suas próprias células sexuais um homúnculo.

A descoberta do óvulo e do espermatozoide

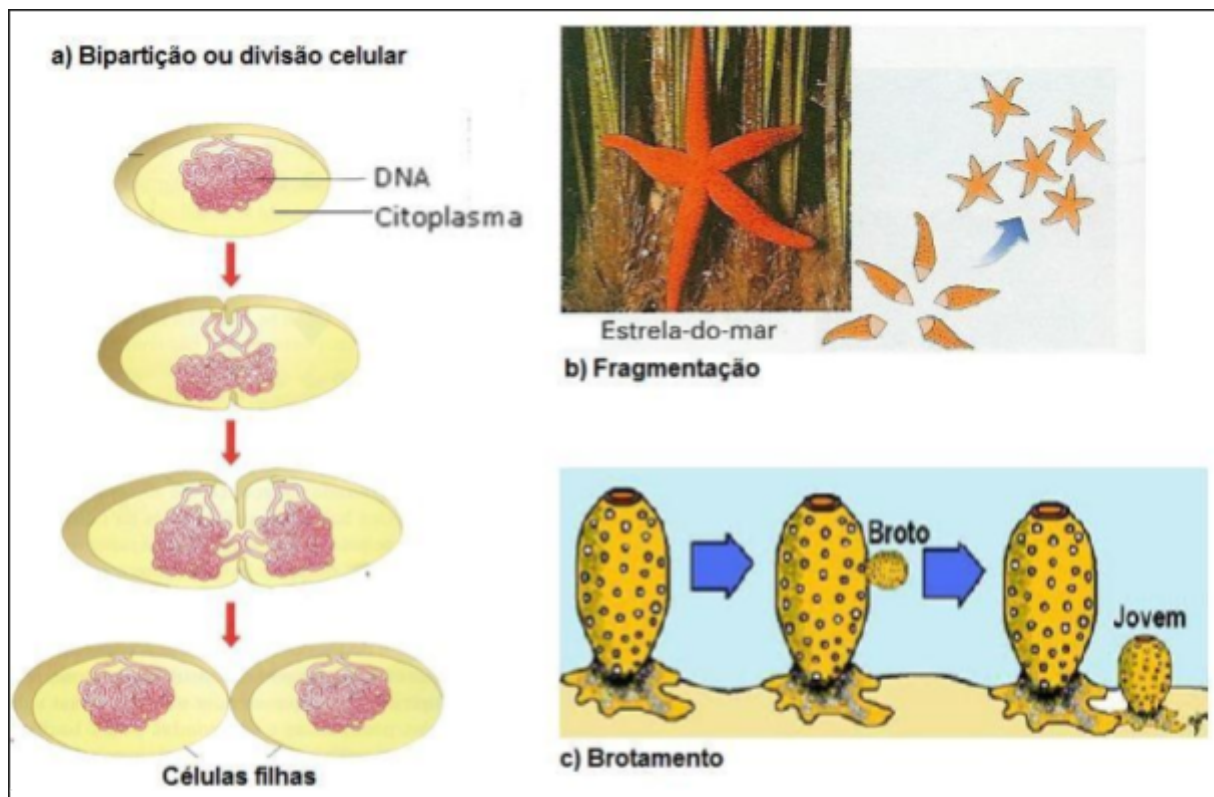
A descoberta dos gametas (do grego *gamos* – casamento, união, fusão) foi fundamental para o entendimento da hereditariedade. Quando ficou provado que a união de espermatozoide e óvulo resultaria em uma fecundação que era responsável pelo surgimento de um novo ser, entendeu-se que o espermatozoide (gameta masculino) trazia informações do pai e o óvulo (gameta feminino) da mãe, e assim um indivíduo podia possuir características do pai e da mãe ao mesmo tempo.

REPRODUÇÃO DOS SERES VIVOS E REPRODUÇÃO CELULAR

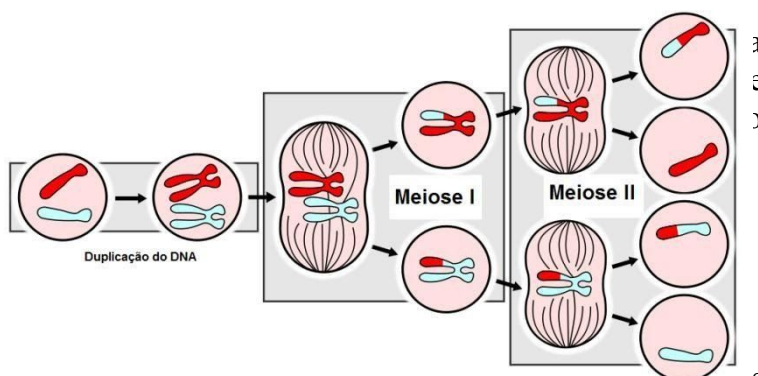
REPRODUÇÃO DOS SERES VIVOS: é o processo pelo qual se torna possível a continuidade das espécies. Esta pode ser assexuada ou sexuada.

A **reprodução assexuada ou vegetativa** é aquela em que organismos vivos são capazes de se reproduzirem por si só, ou seja, não precisam do auxílio de outro indivíduo da mesma espécie. Este processo pode ocorrer por bipartição, por fragmentação ou por brotamento.

- a) **Bipartição:** Ocorre nos seres unicelulares, quando uma célula deixa de existir, cedendo lugar a duas ou mais células.
- b) **Fragmentação:** o organismo vivo divide-se em pedaços, e estas partes originam novos seres; isto ocorre em animais multicelulares (anêmonas-do-mar) e também com alguns vegetais, como, por exemplo, as algas.
- c) **Brotamento:** são formados botões ou brotos em várias áreas do organismo, estes são capazes de se desenvolver dando origem a outros indivíduos completos.



Reprodução na espécie humana: Na es-
tante, da união de duas células: óvulo
reprodução é o mais importante sob
descendente (filho), fatores originários de



REPRODUÇÃO CELULAR

A reprodução é uma propriedade fundamental das células. As células se reproduzem através da duplicação de seus conteúdos e posterior divisão em duas células filhas, este processo é a garantia de uma sucessão contínua de células identicamente dotadas.

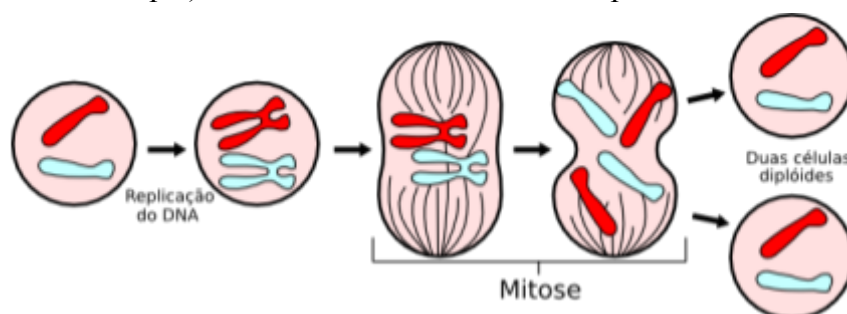
Em organismos unicelulares, existe uma pressão seletiva para que cada célula cresça e se divida o mais rápido possível, porque a reprodução celular é responsável pelo aumento do número de indivíduos. Nos organismos multicelulares, a produção de novas células através da duplicação permite a divisão do trabalho, no qual grupos de células tornam-se especializados em determinada função.

Essa multiplicação celular, porém, tem que ser regulada porque a formação de novas células tem que compensar a perda de células pelos tecidos adultos. Um indivíduo adulto possui 10×10^{13} (1.000.000.0000.000), todas derivadas de uma única célula, o óvulo fecundado. Mesmo em um organismo adulto, a multiplicação celular é um processo contínuo.

Do mesmo modo que uma fábrica pode ser multiplicada pela construção de várias filiais, também as células se dividem e produzem cópias de si mesmas. Há dois tipos de divisão celular: mitose e meiose.

a) **Mitose:** Processo de divisão celular onde uma célula origina duas células idênticas. As células que se formam são chamadas de diplóides ($2n$) o que significa que possuem o número completo de cromossomos ($1n$ da mãe + $1n$ do pai). A mitose tem como finalidade promover:

- Crescimento do corpo;
- Reprodução assexuada;
- Produção de gametas em vegetais;
- Produção de gametas em seres haploides ($1n$).



b) **Meiose:** Processo de divisão celular onde uma célula diplóide ($2n$) sofre duas divisões sucessivas e uma duplicação cromossômica e origina quatro células haploides (n) que possuem a metade dos cromossomos herdados.

A meiose tem como finalidade:

- Produção de gametas em animais
- Produção de esporos nas plantas

ATIVIDADES - Introdução à genética- Reprodução dos seres vivos e reprodução celular

01. Qual a etimologia das palavras abaixo?

- a) Genética:
- b) Gameta:

02. Quais foram as primeiras formas de aplicação de conhecimentos genéticos?

03. Sobre as primeiras ideias sobre herança biológica, explique com suas palavras como eram as hipóteses sobre:

- a) Pangênese:
- b) Contribuição diferenciada entre macho e fêmea:
- c) Pré-formismo:
- d) Formação de gametas

04. Qual a diferença entre reprodução no que se refere a um ser vivo e uma célula.

05. Qual a importância da reprodução celular para a continuidade da vida?

06. Quanto aos tipos de reprodução existentes nos seres vivos relacione a primeira coluna de acordo com a primeira.

- (a) Assexuada por bipartição
- (b) Assexuada por fragmentação
- (c) Assexuada por brotamento
- (d) Sexuada

- () Formação de brotos em várias áreas do corpo. Cada broto forma um novo ser vivo.
- () Pedacos de um ser vivo se soltam e originam novos seres vivos.
- () Ocorre troca de gametas entre indivíduos de uma mesma espécie formando um novo ser.
- () Uma célula se divide em duas ou mais células.

07. (ENEM-2007) São características do tipo de reprodução representado na tirinha:



Fernando Gonsales. Vá Pentear Macacos! São Paulo: Devir, 2004.

- a) simplicidade, permuta de material gênico e variabilidade genética.
- b) rapidez, simplicidade e semelhança genética.
- c) variabilidade genética, mutação e evolução lenta.
- d) gametogênese, troca de material gênico e complexidade.
- e) clonagem, gemulação e partenogênese.

08. (UFIA/ PAS-2001) Nos seres multicelulares, a mitose é um processo que tem como principal função?

- a) o movimento celular.
- b) a produção de gametas.
- c) a produção de energia.
- d) o crescimento.

09. (FEI-1995) No processo de mitose:

- a) a partir de uma célula diplóide originam-se duas novas células diplóides.
- b) a partir de uma célula diplóide originam-se quatro novas células diplóides.
- c) a partir de uma célula haplóide originam-se duas novas células diplóides.
- d) a partir de uma célula haplóide originam-se quatro novas células diplóides.
- e) a partir de uma célula diplóide originam-se quatro novas células haplóides.

10. (UFAC-1997) A meiose é um tipo de divisão celular na qual:

- a) uma célula diplóide origina outra célula diplóide
- b) uma célula diplóide origina 4 células haplóides
- c) uma célula diplóide origina 2 células haploides
- d) uma célula haplóide origina 4 células haplóides
- e) uma célula diplóide origina 4 células diploides

11. (Vunesp-1996) Em relação ao processo de divisão celular, podemos afirmar que:

- a) a mitose consiste em duas divisões celulares sucessivas.
- b) os óvulos e os espermatozóides são produzidos por divisões mitóticas.
- c) durante a meiose não ocorre a permutação.
- d) a meiose é um processo que dá origem a quatro células haplóides.
- e) durante a mitose as cromátides irmãs não se separam.

12. (UniFor-2000) Em organismos unicelulares, divisão por mitose significa

- a) crescimento.
- b) regeneração
- c) recombinação.
- d) gametogênese

13. (VUNESP-2006) Um bebê apresenta cerca de 1 trilhão de células. Esse mesmo indivíduo, quando adulto, irá apresentar

- a) menor número de células, pois, com o tempo, ocorre perda de células por apoptose.
- b) menor número de células, pois, com o tempo, ocorre perda de células por descamação de superfícies (pele e vias respiratória e digestória).
- c) o mesmo número de células, porém elas serão maiores em decorrência de especialização, nutrientes e organelas.
- d) maior número de células, em decorrência de divisões mitóticas, que permitem o crescimento de órgãos e tecidos.
- e) maior número de células, em decorrência da ingestão, na alimentação, de células animais e vegetais, as quais se somam àquelas do indivíduo.

14. (PUC - MG-2007) Leia com atenção o texto a seguir e responda.

UMA CÉLULA QUE MUDOU DE TIME

O biólogo Jerry Borges relata um surpreendente resultado obtido por cientistas da Universidade de Guelph, no Canadá: eles mostraram que gametas femininos podem ser formados a partir de células da pele. Publicado na Nature Cell Biology, o estudo desafia um pilar da biologia do desenvolvimento.

(Fonte: Ciência Hoje online, 21 de abril de 2006.)

Sobre esse assunto, assinale a afirmativa INCORRETA.

- a) A técnica descrita poderia ser útil para a produção de gametas em mulheres que não possuem ovários.
- b) Os gametas femininos originados de células da pele de um mesmo indivíduo devem apresentar um mesmo patrimônio genético.
- c) O sucesso do processo descrito dependeu da indução de meiose em uma célula somática.
- d) Em condições normais, as crianças do

sexo feminino apresentam, em seus ovários, ovócitos no início da primeira divisão meiótica.

TRANSMISSÃO DOS CARACTERES HEREDITÁRIOS

O estudo da transmissão dos caracteres hereditários é um dos mais empolgantes ramos da Biologia. A **genética** é quem se encarrega do estudo desse fenômeno. Na antiguidade pensava-se que os caracteres transmitidos de pais a filhos fossem transportados pelo sangue, o que seria feito em partes proporcionais entre ambos os progenitores. Mais tarde, essa concepção foi inteiramente deixada de lado, através de fatos experimentais que comprovaram a existência de outros elementos, cujas finalidades seriam as de legar aos filhos o patrimônio de seus pais - os **gametas**.

Mas, posteriormente, ficou demonstrado que não eram, especificamente, essas células que tinham essa função, mas partes de seus conteúdos nucleares - os **cromossomos**. Após anos de estudos, foi evidenciado nos cromossomos, um elemento, o real transportador dos caracteres hereditários - o **GENE**. Os genes localizam-se ao longo dos cromossomos. Cada gene ocupa um lugar definido no cromossomo, denominado locus gênico (plural = *loci*).



As leis que regem a transmissão dos caracteres hereditários foram estudadas por um abade austríaco, Gregor Mendel, que as reconheceu através dos cruzamentos de ervilhas. Mendel estudou os caracteres mais contrastantes desse vegetal para as suas experiências. Os trabalhos de Mendel ficaram no esquecimento durante vários anos (1865-1900).

Em 1900, três pesquisadores, trabalhando independentemente um do outro, De Vries (Holanda), Correns (Alemanha) e Tschermak (Áustria) redescobriram os trabalhos de Mendel e confirmaram suas descobertas.

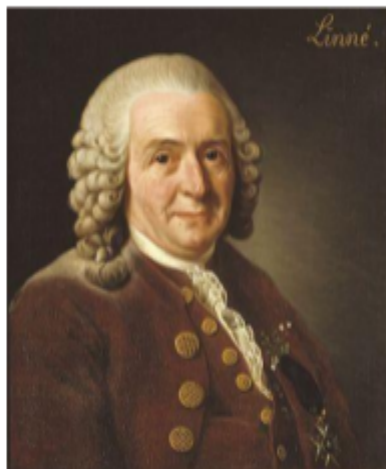
Importante saber....

Gene: É o veículo da hereditariedade ou a unidade de potencial hereditário existente no cromossomo e que, ao interagir com outros genes, com o citoplasma e o meio, condiciona o aparecimento de um dado caráter. Os genes distribuem-se linearmente ao longo de cada cromossomo e possuem como constituinte fundamental o DNA que tem função genética.

Genes alelos: Cada caráter é devido à presença de, no mínimo, dois fatores ou genes, que formam um par alelomorfo ou alelo. Exemplo: a cor castanha dos olhos é alélica à cor azul; a existência de dedos supranumerários (polidactilia ou mais do que cinco dedos) é alélica ao número normal de dedos.

Cromossomos homólogos: São os que possuem regiões correspondentes, devido à presença, nesses locais, de genes alelos, responsáveis por características específicas. Cada membro do par alelomorfo de genes está situado em um dado membro do par de cromossomos homólogos. Na formação dos gametas - gametogênese - há a separação dos cromossomos homólogos, indo cada um para gametas diferentes, formando uma célula haplóide (célula n).

Mendel, o iniciador da Genética



Gregor Mendel nasceu em 1822, em Heinzendorf, na Áustria. Era filho de pequenos fazendeiros e, apesar de bom aluno, teve de superar dificuldades financeiras para conseguir estudar. Em 1843, ingressou como noviço no mosteiro de agostiniano da cidade de Brunn, hoje Bruno, na atual República Tcheca.

Após ter sido ordenado monge, em 1847, Mendel ingressou na Universidade de Viena, onde estudou matemática e ciências por dois anos. Ele queria ser professor de ciências naturais, mas foi mal sucedido nos exames.

De volta a Brunn, onde passou o resto da vida. Mendel continuou interessado em ciências. Fez estudos meteorológicos, estudou a vida das abelhas e cultivou plantas, tendo produzido novas variedades de maçãs e peras. Entre 1856 e 1865, realizou uma série de experimentos com ervilhas, com o objetivo de entender como as características hereditárias eram transmitidas de pais para filhos.

Em 8 de março de 1865, Mendel apresentou um trabalho à Sociedade de História Natural de Brunn, no qual enunciava as suas leis de hereditariedade, deduzidas das experiências com as ervilhas. Publicado em 1866, com data de 1865, esse trabalho permaneceu praticamente desconhecido do mundo científico até o início do século XX. Pelo que se sabe, poucos leram a publicação, e os que leram não conseguiram compreender sua enorme importância para a Biologia. As leis de Mendel foram redescobertas apenas em 1900, por três pesquisadores que trabalhavam independentemente.

Mendel morreu em Brunn, em 1884. Os últimos anos de sua vida foram amargos e cheios de desapontamento. Os trabalhos administrativos do mosteiro o impediam de se dedicar exclusivamente à ciência, e o monge se sentia frustrado por não ter obtido qualquer reconhecimento público pela sua importante descoberta. Hoje Mendel é tido como uma das figuras mais importantes no mundo científico, sendo considerado o **“pai” da Genética**. No mosteiro onde viveu existe um monumento em sua homenagem, e os jardins onde foram realizados os célebres experimentos com ervilhas até hoje são conservados.

Fonte:

Site:

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/leismendel.php>

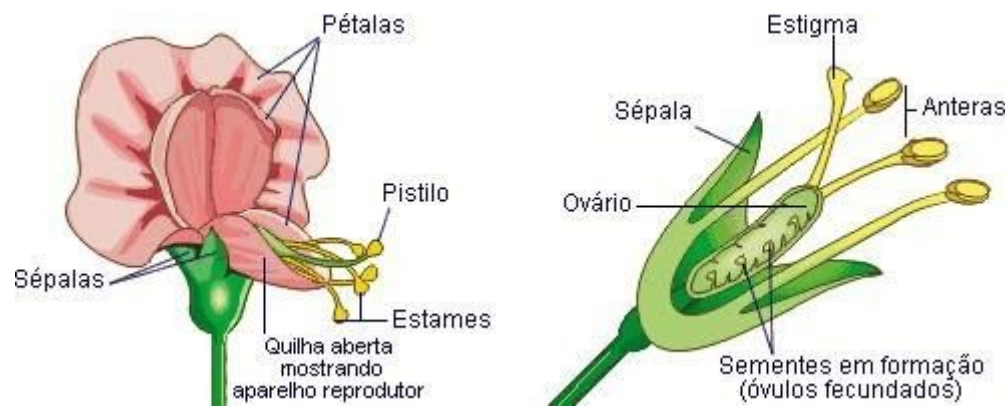
Acessado em: 05 de agosto de 2013.

OS EXPERIMENTOS DE MENDEL

A escolha da planta

A ervilha é uma planta herbácea leguminosa que pertence ao mesmo grupo do feijão e da soja. Na reprodução, surgem vagens contendo sementes, as ervilhas. Sua escolha como material de experiência não foi casual, trata-se de ser uma planta:

- Fácil de cultivar;
- Ciclo reprodutivo curto;
- Produz muitas sementes;
- Muitas características visíveis a olho nu;
- Fácil autopolinização



Desde os tempos de Mendel existiam muitas variedades disponíveis, dotadas de características de fácil comparação. Por exemplo, a variedade que flores púrpuras podia ser comparada com a que produzia flores brancas; a que produzia sementes lisas poderia ser comparada com a que produzia sementes rugosas, e assim por diante.

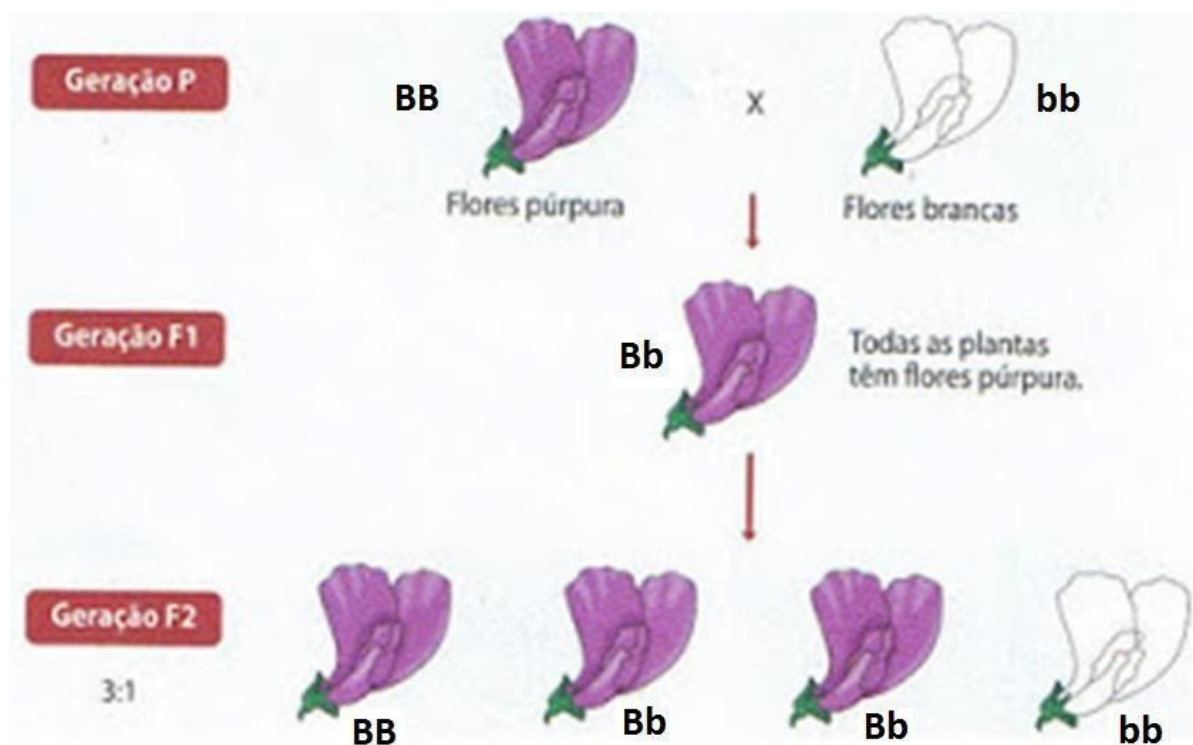
Outra vantagem dessas plantas é que estame e pistilo, os componentes envolvidos na reprodução sexuada do vegetal, ficam encerrados no interior da mesma flor, protegidas pelas pétalas. Isso favorece a autopolinização e, por extensão, a autofecundação, formando descendentes com as mesmas características das plantas genitoras.

A partir da autopolinização, Mendel produziu e separou diversas linhagens puras de ervilhas para as características que ele pretendia estudar.

Características genéticas das ervilhas				
Característica	Dominante		Recessiva	
Forma da semente	Lisa	(Rr ou RR)	Rugosa	Rr
Cor da semente	Amarela	(Vv ou VV)	Verde	Vv
Cor da flor	Púrpura	(Bb ou BB)	Branca	Bb
Forma da vagem	Lisa	(Rr ou RR)	Rugosa	Rr
Cor da vagem	Verde	(Aa ou AA)	Amarela	Aa
Posição da flor	Axial	(Tt ou TT)	Terminal	Tt
Altura do pé	Alta	(Bb ou BB)	Baixo	Bb

Os cruzamentos

- 1) Obteve linhagens puras de ervilhas.
- 2) Efetuou uma polinização cruzada artificial. Onde pólen de uma planta que produzia apenas flores púrpuras foi depositado no estigma de outra planta que só produzia flores brancas, ou seja, cruzou duas plantas puras entre si. Essas duas plantas foram consideradas como a **geração parental (P)**, isto é, a dos genitores.
- 3) Repetiu a polinização cruzada várias vezes.
- 4) Verificou que todas as sementes originadas desses cruzamentos tinham flores púrpuras – as flores brancas haviam aparentemente “desaparecido” nos descendentes híbridos. Mendel chamou de **F₁** (primeira geração filial).
- 5) Percebeu que a flor púrpura “dominava” a flor branca. Chamou o caráter flor púrpura de dominante e o branco de recessivo.
- 6) Mendel, então, deixou a geração **F₁** (primeira geração filial) se autopolinizar.
- 7) Percebeu que na autofertilização entre as plantas **F₁**, a cor branca das flores reapareceu na **F₂** (segunda geração filial), só eu em proporção menor que as flores púrpuras: surgiram 6.022 flores púrpuras para 2.001 brancas, o que conduzia a proporção 3:1.
- 8) Concluiu que na verdade, a cor branca das flores não havia “desaparecido” nas sementes da geração **F₁**. O que ocorreu é que ela não tinha se manifestado, uma vez que, sendo uma caráter recessivo, era apenas “dominado” (nas palavras de Mendel) pela cor púrpura.



Resultado: em **F₂**, para cada três flores púrpuras, Mendel obteve uma flor branca. Repetindo o procedimento para outras seis características estudadas nas plantas de ervilha, sempre eram obtidos os mesmos resultados em **F₂**, ou seja, a proporção de três expressões dominantes para uma recessiva.

1ª lei de Mendel Lei da Segregação dos Fatores

A comprovação da hipótese de dominância e recessividade nos vários experimentos efetuados por Mendel levou, mais tarde à formulação da sua 1ª lei: “*Cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples*”, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.

Mendel não tinha ideia da constituição desses fatores, nem onde se localizavam.

Importante saber....

Fenótipo: O termo “fenótipo” (do grego *pheno*, evidente, brilhante, e *typos*, característico) é empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas morfológicas, fisiológicas e comportamentais.

Genótipo: O termo “genótipo” (do grego *genos*, originar, provir, e *typos*, característica) refere-se à **constituição genética do indivíduo**, ou seja, aos genes que ele possui.

Homozigoto: Um indivíduo é chamado de homozigoto, ou puro, quando os alelos que codificam uma determinada característica são iguais. Ou seja, os alelos são iguais e ele vai produzir apenas um tipo de gameta.

Por exemplo: cor da semente de ervilhas: VV (amarela) ou vv (verde)

Heterozigoto: é o indivíduo que possui os dois alelos diferentes para determinar uma característica. São também chamados de híbridos. Todos os indivíduos da geração F1 de Mendel eram heterozigotos Vv, que codificava a característica de semente amarela.

Ex: cor da semente de ervilhas: Vv (amarela).

Característica Dominante: Trata-se da característica que a maior parte da população possui, ou seja, é uma característica que domina em relação as outras. Representada por letra Maiúscula.

Característica recessiva: Trata-se da característica que somente uma pequena parte da população possui, ou seja, é uma característica que não domina. Representada por letra Minúscula.

Autopolinização: Autopolinização ou polinização direta, é a transferência do pólen da antera para o estigma da mesma flor (caso que só ocorre quando a planta é hermafrodita). É pouco frequente, ocorre na ervilha, no fumo, no algodão e em muitos cereais, exceção do milho e centeio.

ATIVIDADES - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores

1. Quais características as ervilhas possuem que permitiram a Mendel explorar esta planta em seus experimentos de genética? Marque V ou F.
 - a) ☐ Cresce rapidamente
 - b) ☐ possui complexidade para cultivo
 - c) ☐ As características são visíveis em microscópio.
 - d) ☐ é capaz de se auto polinizar
 - e) ☐ produz poucas sementes
2. O que é autopolinização?
3. O que é geração parental?
4. Explique o que Mendel chamou de geração F^1 e F^2 .
5. Em qual geração as características recessivas aparecem após cruzamentos de linhagens puras?
6. Por que na primeira geração as características dominantes prevaleceram?
7. A 1ª lei de Mendel enuncia que : “Cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples.” O que seria os dois fatores? Explique esta frase com suas palavras.
8. Faça em seu caderno os cruzamentos com as ervilhas conforme pede-se abaixo e determine a proporção genotípica e fenotípica. Observe o exemplo.

Exemplo: Vagens de forma homozigotas dominante x Vagens de forma heterozigotas dominante

Lembrar que: Lisa (RR ou Rr) e rugosa (rr)

Então: Homozigotas dominante (RR) x heterozigotas dominante (Rr)

	R	R
R	RR	RR
r	Rr	Rr

Proporção Genotípica (PG)

RR = 50%

Rr = 50%

Proporção fenotípica (PF)

100% vagens lisas

- a) Sementes de cores amarelas heterozigotas x sementes de cores verdes.
- b) Flores de cores brancas x flores púrpuras homozigotas
- c) Sementes de forma lisa homozigotas x lisa heterozigotas
- d) Sementes de cores amarelas heterozigotas x Sementes de cores amarelas heterozigotas

ATIVIDADES 2 - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores

01. (PUC-SP) Complete as lacunas abaixo e marque a sequência correta.

"Casais de pigmentação da pele normal, que apresentam genótipo _____ podem ter filhos albinos. O gene para o albinismo é _____ e não se manifesta nos indivíduos _____. São albinos apenas os indivíduos de genótipo _____."

- a) AA, dominante, homozigoto e aa.
- b) AA, recessivo, homozigoto e Aa.
- c) Aa, dominante, heterozigotos e aa.
- d) Aa, recessivo, heterozigotos e aa.
- e) aa, dominante, heterozigotos e AA.

02. (FGV) Sabe-se que o casamento consanguíneo, ou seja, entre indivíduos que são parentes próximos, resulta numa maior frequência de indivíduos com anomalias genéticas. Isso pode ser justificado pelo fato de os filhos apresentarem:

- a) maior probabilidade de heterozigotes recessivos
- b) maior probabilidade de homozigotes recessivos
- c) menor probabilidade de heterozigotes dominantes
- d) menor probabilidade de homozigotes dominantes
- e) menor probabilidade de homozigotes recessivos

03. (FUC-MT) Cruzando-se ervilhas verdes vv com ervilhas amarelas Vv, os descendentes serão:

- a) 100% vv, verdes;
- b) 100% VV, amarelas;
- c) 50% Vv, amarelas; 50% vv, verdes;
- d) 25% Vv, amarelas; 50% vv, verdes; 25% VV, amarelas;
- e) 25% vv, verdes; 50% Vv, amarelas; 25% VV, verdes.

04. Se cruzarmos dois gatos, sendo ambos heterozigóticos (Aa), obteremos:

- a) Apenas indivíduos Aa;
- b) Indivíduos AA e aa, na proporção de 3:1, respectivamente;
- c) Indivíduos AA e aa, na proporção de 2:1, respectivamente;
- d) Indivíduos AA, Aa e aa, na proporção de 1:2:1, respectivamente.

05. (UFPI – 98) Em seus experimentos, Mendel estudou a transmissão dos “fatores hereditários”, conhecidos na linguagem atual dos geneticistas, como:

- a) Cromossomos
- b) Genes
- c) Esporos
- d) Gametas
- e) DNA

06. Luciano tem olhos castanhos e sua esposa, olhos azuis. Qual a provável descendência desse casal, sabendo-se que Luciano não carregava genes recessivos na sua genética, para esse caráter?

07. Camila é canhota e casou-se com Josias. Determine as possíveis combinações para esse cruzamento.

08. Considerando a diversidade das ervilhas, faça os seguintes cruzamentos:

- a) Ervilhas lisas x ervilhas lisas, ambas descendentes de ervilhas rugosas.
- b) Duas ervilhas baixas.
- c) Vagem de cor verde heterozigota com flor verde homozigota.

ATIVIDADES 3 - Primeira Lei de Mendel - Lei da Segregação dos Fatores

Para responder as questões abaixo faça o cruzamento dos genes e coloque a fração que representa cada combinação encontrada. Lembre-se: a letra usada no cruzamento é sempre a primeira referente ao gene recessivo.

01 - Em ervilhas, a coloração púrpura das flores é dominante em relação à coloração branca. Cruzou-se flores púrpuras heterozigotas com flores brancas. Quais as possíveis combinações para esse cruzamento?

02 - Carlos tem olhos castanhos e sua esposa, olhos azuis. Qual a provável descendência desse casal, sabendo-se que o marido é heterozigótico para esse caráter?

03 - Efigênia apresenta a capacidade de enrolar a língua e casou-se com Wilson, que é incapaz para esse caráter. Quais as possíveis combinações para o descendente do casal, sabendo-se que Efigênia é heterozigota para essa característica?

04 - Sabendo-se que a sarda é condicionada por um gene dominante, faça os cruzamentos a seguir:

- a) Homem sardento homozigoto com mulher sem sardas.
- b) Homem sardento heterozigoto com mulher sem sardas.
- c) Ambos sem sardas
- d) Ambos sardentos e heterozigóticos.
- e) Ambos sardentos e homozigóticos

05- Geralda é canhota (cc) e casou-se com Sílvio, destro. Sabendo-se que Sílvio é heterozigoto para esse caráter, determine as possíveis combinações para esse cruzamento.

06 - Quais as possíveis combinações entre o cruzamento de

- a) mulher de olhos escuros (AA) com homem de olhos azuis (AA)?
- b) mulher de olhos azuis (aa) com homem de olhos castanhos (Aa)?
- c) mulher de olhos castanhos (Aa) com homem de olhos castanhos (Aa)?

CONSTRUINDO HEREDOGRAMAS

Construir um heredograma consiste em representar, usando símbolos, as relações de parentesco entre os indivíduos de uma família. Cada indivíduo é representado por um símbolo que indica as suas características particulares e sua relação de parentesco com os demais.

Indivíduos do sexo masculino são representados por um quadrado, e os do sexo feminino, por um círculo. O casamento, no sentido biológico de procriação, é indicado por um traço horizontal que une os dois membros do casal. Os filhos de um casamento são representados por traços verticais unidos ao traço horizontal do casal.

Os principais símbolos são os seguintes:



A montagem de um heredograma obedece a algumas regras:

- 1ª) Em cada casal, o homem deve ser colocado à esquerda, e a mulher à direita, sempre que for possível.
- 2ª) Os filhos devem ser colocados em ordem de nascimento, da esquerda para a direita.
- 3ª) Cada geração que se sucede é indicada por algarismos romanos (I, II, III, etc.). Dentro de cada geração, os indivíduos são indicados por algarismos arábicos, da esquerda para a direita. Outra possibilidade é se indicar todos os indivíduos de um heredograma por algarismos arábicos, começando-se pelo primeiro da esquerda, da primeira geração.

Interpretação dos Heredogramas

A primeira informação que se procura obter, na análise de um heredograma, é **se o caráter em questão é condicionado por um gene dominante ou recessivo**. Para isso, devemos procurar, no heredograma, casais que são fenotipicamente iguais e tiveram um ou mais filhos diferentes deles.

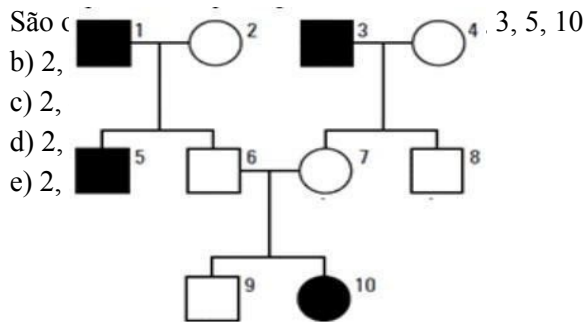
Uma vez que se descobriu qual é o gene dominante e qual é o recessivo, deve-se localizar os homozigotos recessivos, porque todos eles manifestam o caráter recessivo. Depois disso, podemos começar a descobrir os genótipos das outras pessoas. Devemos nos lembrar de duas coisas:

- 1ª) Em um par de genes alelos, um veio do pai e o outro veio da mãe. Se um indivíduo é homozigoto recessivo, ele deve ter recebido um gene recessivo de cada ancestral.
- 2ª) Se um indivíduo é homozigoto recessivo, ele envia o gene recessivo para todos os seus filhos. Dessa forma, como em um “quebra-cabeças”, os outros genótipos vão sendo descobertos. Todos os

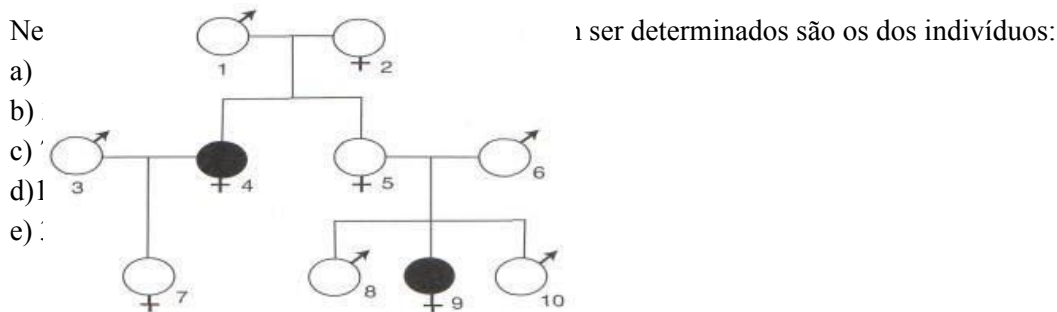
genótipos devem ser indicados, mesmo que na sua forma parcial (A_{-} , por exemplo).

ATIVIDADES - Construindo Heredogramas

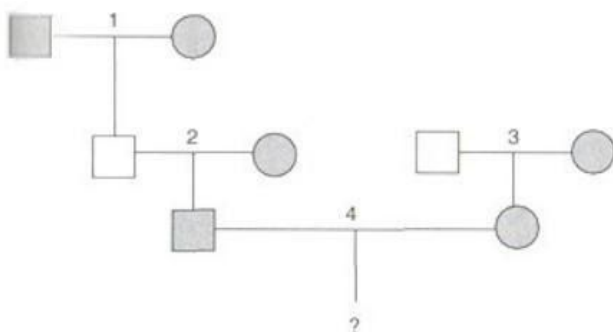
1. (Fatec-SP) O heredograma abaixo se refere a uma característica condicionada por um único par de genes.



2. (F. Objetivo-SP). A genealogia anexa refere-se a uma família com casos de alcaptonúria, anomalia provocada por um gene recessivo.



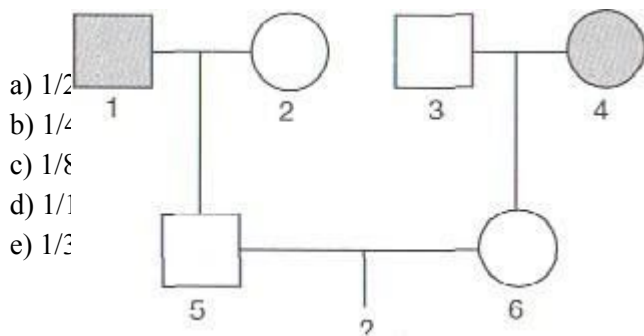
3. (FUVEST-SP). Analise a seguinte genealogia:



a) a anomalia é causada por um gene dominante ou recessivo?

b) Qual é a probabilidade de o casal nº4 ter um filho que apresente esta anomalia?

4. (UFPA-PA). Na genealogia seguinte está sendo analisado um caráter recessivo. Qual é a probabilidade de que o casal 5x6 venha a ter um descendente homozigoto recessivo?



IN

Grupo sangüíneo	Genótipos
Tipo A	$I^A I^A$ ou $I^A i$
Tipo B	$I^B I^B$ ou $I^B i$
Tipo AB	$I^A I^B$
Tipo O	ii

OS SISTEMAS SANGÜINEOS

Landsteiner (1868 – 1943) verificou que, quando eram misturadas, as hemácias se juntavam, formando

iner concluiu que determinadas pessoas têm sangues

posteriores revelaram a existência de diversos tipos

sangüíneos, nos diferentes indivíduos da população.

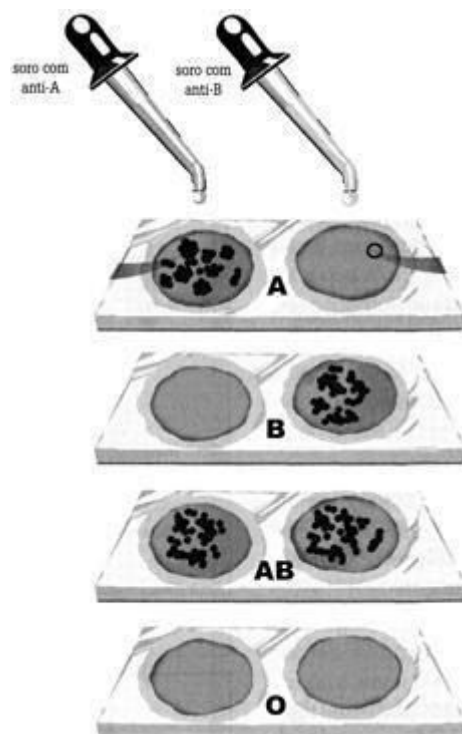
Quando, em uma transfusão, uma pessoa recebe um tipo de sangue incompatível com o seu, as hemácias transferidas vão se aglutinando assim que penetram na circulação, formando aglomerados compactos que podem obstruir os capilares, prejudicando a circulação do sangue.

O SISTEMA ABO

No sistema ABO existem quatro tipos de sangues: **A**, **B**, **AB** e **O**. Esses tipos são caracterizados pela presença ou não de certas substâncias na membrana das hemácias, os aglutinogênios, e pela presença ou ausência de outras substâncias, as aglutininas, no plasma sangüíneo.

Existem dois tipos de aglutinogênio, A e B, e dois tipos de aglutinina, anti-A e anti-B. Pessoas do grupo A possuem aglutinogênio A, nas hemácias e aglutinina anti-B no plasma; as do grupo B têm aglutinogênio B nas hemácias e aglutinina anti-A no plasma; pessoas do grupo AB têm aglutinogênios A e B nas hemácias e nenhuma aglutinina no plasma; e pessoas do grupo O não tem aglutinogênios na hemácias, mas possuem as duas aglutininas, **anti-A** e **anti-B**, no plasma.

TIPO SANGÜÍNEO	AGLUTINOGÊNIOS NAS HEMÁCIAS	AGLUTININAS NO PLASMA
A	A	anti-B
B	B	anti-A
AB	A e B	-
O	-	anti-A e anti-B



Como ocorre a Herança dos Grupos Sanguíneos no Sistema ABO?

A produção de aglutinogênios A e B são determinadas, respectivamente, pelos genes I^A e I^B . Um terceiro gene, chamado i , condiciona a não produção de aglutinogênios. Trata-se, portanto de um caso de alelos múltiplos. Entre os genes I^A e I^B há co-dominância ($I^A = I^B$), mas cada um deles domina o gene i ($I^A > i$ e $I^B > i$).

ATIVIDADES - Sistema ABO

01. Quais são os quatro tipos sanguíneos? Qual é mais incomum?

02. Conceitue doador universal e receptor universal.

03. Quais são os genótipos possíveis para cada tipo sanguíneo?

04. Faça os seguintes cruzamentos e determine o genótipo e o fenótipo dos descendentes dos cruzamentos abaixo:

- a) Mulher tipo A, cujo pai é O, com homem AB.
- b) Mulher tipo B, cujo filho é A, com homem AB.
- c) Mulher tipo O com homem B, cujo pai é O.
- d) Mulher sangue **tipo-B** Heterozigota com homem sangue **tipo-A** Homozigoto.
- e) Mulher sangue **tipo-O** com homem sangue **tipo-A** Heterozigoto.
- f) Mulher sangue **tipo-AB**, com homem sangue **tipo-O**.

05. Astrogilda tem sangue B teve um filho de sangue tipo AB . Dos cinco homens apontados como os que teriam alguma probabilidade de ser o pai do menor, um deles foi excluído pelo seu tipo de sangue, qual?

- a) Carlos, de sangue A
- b) Ivan Ilson, de sangue AB
- c) Jorge, de sangue O
- d) Fabiano, de sangue AB

06. Nas quatro pessoas relacionadas a seguir, foram encontrados os seguintes tipos sanguíneos:

Joana – AB

Cassilda – B

Doaldo – O

Saildo - A

Com base nesta relação, responda:

- a) Quem do grupo anterior NÃO possui os aglutinogênios em suas hemácias?
- b) Por que Joana pode receber sangue de outros membros do grupo?
- c) Que tipo de aglutinina possuem Cassilda e Saildo, respectivamente?

O SISTEMA RH

Um outro sistema de grupos sanguíneos foi descoberto a partir dos experimentos desenvolvidos por Landsteiner e Wiener, em 1940, com sangue de macaco do gênero *Rhesus*. Esses pesquisadores verificaram que ao se injetar o sangue desse macaco em cobaias, havia produção de anticorpos para combater as hemácias introduzidas. Ao centrifugar o sangue das cobaias obteve-se o soro que continha anticorpos anti-Rh e que poderia aglutinar as hemácias do macaco *Rhesus*. As conclusões daí obtidas levariam a descoberta de um antígeno de membrana que foi denominado **Rh** (*Rhesus*), que existia nesta espécie e não em outras como as de cobaia e, portanto, estimulavam a produção anticorpos, denominados **anti-Rh**.

Analisando o sangue de muitos indivíduos da espécie humana, Landsteiner verificou que, ao misturar gotas de sangue dos indivíduos com o soro contendo anti-Rh, cerca de 85% dos indivíduos apresentavam aglutinação (e pertenciam a raça branca) e 15% não apresentavam. Definiu-se, assim, "**o grupo sanguíneo Rh +**" (apresentavam o antígeno Rh), e "**o grupo Rh -**" (não apresentavam o antígeno Rh).

A	Genótipos	Fenótipos
	Rh +	RR ou Rr
	Rh -	rr

Três pares de genes estão envolvidos na herança do fator Rh, tratando-se portanto, de casos de alelos múltiplos.

ERITROBLASTOSE FETAL

A eritroblastose fetal, ou doença de Rhesus, doença hemolítica por incompatibilidade de Rh ou doença hemolítica do recém-nascido ocorre em 1 entre 200 nascimentos e consiste na destruição das hemácias do feto de Rh+ pelos anticorpos de mãe Rh-.

	Pai	Mãe	filho
fenótipo	Rh+	Rh-	Rh+
genótipo	RR ou Rr	rr	Rr

Para que exista risco de uma mãe de fator negativo dar a luz a uma criança Rh+ com a doença, deverá ter sido previamente sensibilizada com sangue de fator positivo por transfusão de sangue errônea ou, ainda, gestação de uma criança fator positivo, cujas hemácias passaram para a circulação materna.

Em razão dessa destruição, o indivíduo torna-se anêmico e, em face da deposição de bilirrubina em vários tecidos, poderá apresentar icterícia, cujo acúmulo substancial é tóxico ao sistema nervoso, podendo causar lesões graves e irreversíveis. Criança natimorta, com paralisia cerebral ou portadora de deficiência mental ou auditiva também pode ocorrer. Como resposta à anemia, são produzidas e lançadas no sangue hemácias imaturas, eritroblastos. A doença é chamada de Eritroblastose Fetal pelo fato de haver eritroblastos na circulação do feto.

Nos casos em que o filho é RH (-) e a mãe (+) não há problema, porque a produção de anticorpos pela criança só inicia cerca de seis meses após o nascimento.

ATIVIDADES - Sistema Rh e Eritroblastose fetal

- 01. Quais são os genótipos do sistema Rh?**
- 02. Determine o genótipo e o fenótipo dos casais a seguir.**
- a) Mulher Rh⁺ (heterozigota) x homem Rh⁻.
 - b) Mulher Rh⁺ (homozigota) x homem Rh⁻.
- 03. Qual o tipo sanguíneo da mãe, do pai e do filho para que aconteça eritroblastose fetal?**
- 04. Como são os genótipos, quanto ao Sistema Rh, de uma família onde o segundo filho nasceu com a doença Eritroblastose fetal?**
- 05. O segundo filho de uma mulher nasce com Eritroblastose fetal. Classifique-os quanto ao grupo sanguíneo Rh, a mulher, seu marido e a criança:**
- a) Rh⁻, Rh⁺, Rh⁻
 - b) Rh⁻, Rh⁺, Rh⁺
 - c) Rh⁻, Rh⁺, Rh⁻
 - d) Rh⁻, Rh⁻, Rh⁺
 - e) Rh⁺, Rh⁻, Rh⁻
- 06. Qual o motivo do sistema Rh possui este nome?**
- 07. Qual o possível fenótipo de uma criança que é filha do pai Rh⁺ (homozigoto) e mãe Rh⁻ ? (Faça o cruzamento que comprove sua resposta)**
- 08. Na eritroblastose fetal ocorre destruição das hemácias, o que pode levar recém-nascidos à morte.**
- a) Explique como ocorre a eritroblastose fetal.
 - b) Como evitar sua ocorrência?
- 09. (FUVEST 2000) Lúcia e João são do tipo sanguíneo Rh positivo e seus irmãos, Pedro e Marina, são do tipo Rh negativo. Quais dos quatro irmãos podem vir a ter filhos com eritroblastose fetal?**
- a) Marina e Pedro.
 - b) Lúcia e João.
 - c) Lúcia e Marina.
 - d) Pedro e João.
 - e) João e Marina.
- 10. (UFV - 99) Após uma primeira gravidez bem sucedida, uma mãe abortou três vezes. Seu caso foi diagnosticado, em consulta médica, como eritroblastose fetal. Em relação à patologia observada nesta família, assinale a alternativa CORRETA:**
- a) A mãe é Rh positivo.
 - b) Os abortados certamente eram Rh negativo.
 - c) Este casal jamais poderá ter outros filhos.
 - d) O pai é Rh positivo.

A DETERMINAÇÃO DO SEXO

A determinação do sexo em bebês, que é definida no momento da fecundação do óvulo, depende exclusivamente do espermatozoide.

Em todas as espécies dioicas, ou seja, que possuem sexos separados, as fêmeas possuem cromossomos sexuais homólogos (**XX**), enquanto que os machos possuem um cromossomo sexual semelhante ao das fêmeas (**X**) e outro cromossomo sexual tipicamente masculino (**Y**), sendo então **XX** para as fêmeas e **XY** para os machos.



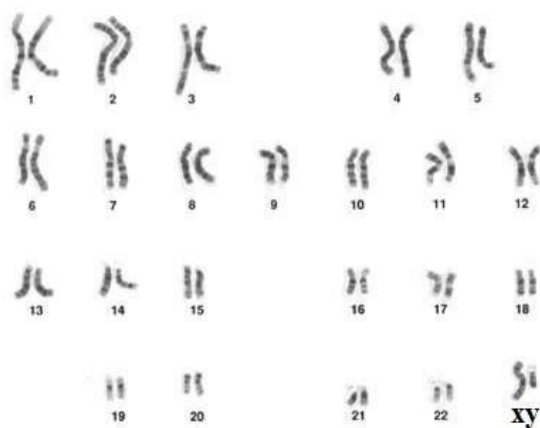
A determinação do sexo ocorre no momento da fecundação do óvulo.

Nos mamíferos, essa determinação é feita através dos cromossomos sexuais encontrados nos gametas masculinos, que são os espermatozoides (**XY**), e no gameta feminino, que é o óvulo (**XX**). Sabemos que a espécie humana possui **46** cromossomos, sendo que **23** desses **cromossomos** foram doados pela mãe (no óvulo) e os outros **23 cromossomos** foram doados pelo pai (no espermatozoide). Por as fêmeas possuírem cromossomos homólogos, ou seja, iguais (**XX**), elas poderão doar a seus filhos somente o cromossomo sexual **X**, concluindo então que a mãe não tem papel significativo na determinação do sexo. Diante disso, podemos afirmar que **a determinação do sexo é feita pelo pai**, pois ele pode doar o cromossomo sexual **X**, **dando origem a um bebê do sexo feminino**, ou o cromossomo sexual **Y**, **dando origem a um bebê do sexo masculino**.

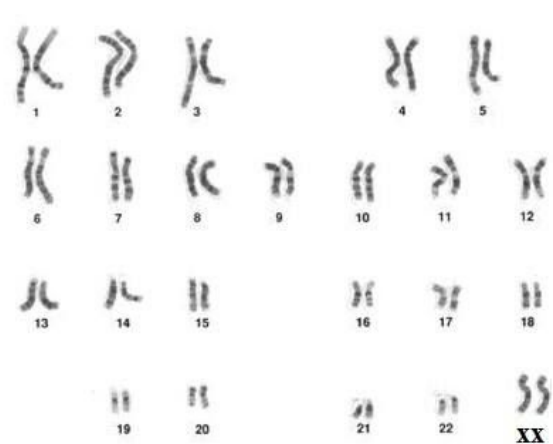
Determinar o sexo dos filhos é o desejo da grande maioria dos pais, mas como vimos no parágrafo anterior, essa determinação depende de fatores genéticos. Alguns médicos, como o ginecologista e obstetra americano Landrum B. Shettles, afirmam que é possível sim escolher o sexo do bebê e para isso basta seguir à risca o método proposto por ele, que pode ser encontrado no livro **“Como escolher o sexo de seu bebê”**. Cientistas britânicos da Universidade de Exeter e Oxford publicaram um estudo em que 740 mulheres em primeira gravidez foram observadas. A partir dessas observações, eles afirmaram que a dieta alimentar das mães antes da concepção e durante as primeiras semanas da gestação influenciaram na determinação do sexo de seus bebês. Ainda segundo a pesquisa, as mulheres que tiveram alimentação mais calórica foram mães de meninos, enquanto as mulheres que mantiveram uma alimentação menos calórica foram mães de meninas.

Muitas teorias foram elaboradas e diversos estudos foram e ainda estão sendo realizados sobre esse assunto muito contestado no meio científico. Essa questão será, com certeza, alvo de muitos debates entre especialistas. Diante disso, o melhor a se fazer é esperar até aproximadamente a 13ª semana de gestação para saber o sexo do bebê e ter sempre em mente a popular frase: “que venha com saúde, sem importar o sexo”.

Cariótipo Humano



Cariótipo masculino



Cariótipo feminino

A HERANÇA LIGADA AO SEXO

- a) **Daltonismo:** Consiste na dificuldade de percepção de tons verde, amarelo e vermelho, em razão de um alelo alterado de um gene em X: o alelo **d**. O alelo **D** é responsável pela condição normal.



Mulheres

$X^D X^D$: normal.
 $X^D X^d$: normal, portadora do gene.
 $X^d X^d$: daltônica (aproximadamente 0,64% da população feminina)



Homens

$X^D Y$: normal.
 $X^d Y$: daltônico (aproximadamente 8% da população masculina)

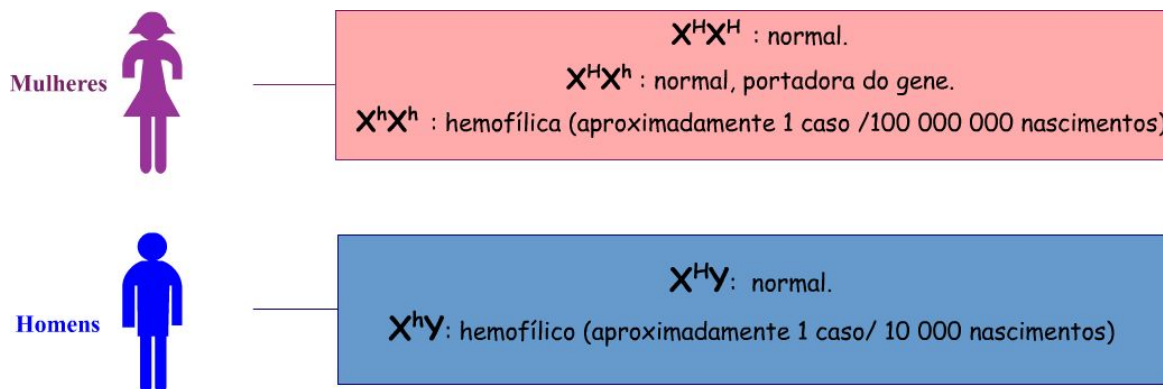
Exemplo: uma mãe portadora, mas não daltônica ($X^D X^d$) com um pai normal ($X^D Y$)
 resultarão em uma prole:

$X^D X^d \times X^D Y$

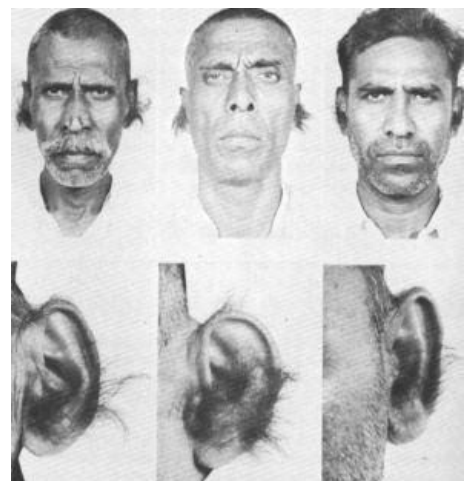
♀ \ ♂	X^D	X^d
X^D	$X^D X^D$	$X^D X^d$
Y	$X^D Y$	$X^d Y$

$X^D X^D$: Filha normal
 $X^D X^d$: Filha normal portadora
 $X^D Y$: Filho normal
 $X^d Y$: Filho daltônico

- b) **Hemofilia:** problema na coagulação sanguínea em função da falta do fator VIII de coagulação. Isso dificulta a formação da rede de fibrina necessária a uma coagulação normal. Dessa forma ferimentos simples podem causar no hemofílico uma hemorragia grave. É uma herança ligada ao sexo, condicionada pelo gene recessivo (h).



- c) **Hipertricose auricular:** É a presença de longos pelos nas orelhas. Independente de ser herança dominante ou recessiva, sempre é passada de pai para filho.



- d) **Calvície:** é condicionada por um gene dominante. Nas mulheres, ele se expressa apenas em dose dupla. Isso ocorre porque o gene C atua como dominante na presença do hormônio masculino testosterona, e pode se expressar mesmo em dose simples. Como as mulheres possuem baixíssimas quantidades desse hormônio, o gene em dose simples não é suficiente para se expressar.

Fenótipo		
Genótipo	Homem	Mulher
CC	Calvo	Calva
Cc	Calvo	Não calva
cc	Não calvo	Não Calva

ATIVIDADES - Determinação do sexo - A herança ligada ao sexo

01. Quem determina o sexo dos bebês, o homem ou a mulher? Por quê?

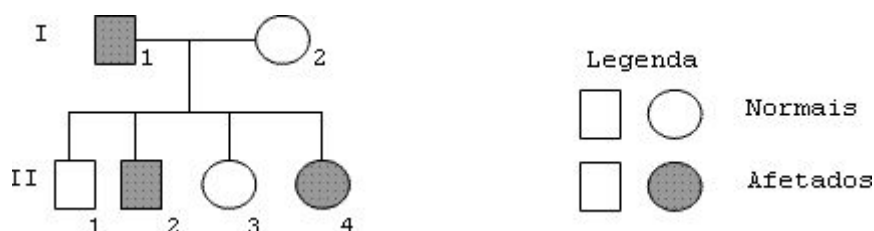
02. Em que momento o sexo do bebê é determinado?

03. Qual a diferença entre o cariótipo feminino e o masculino?

04. Quais os sintomas de uma pessoa portadora do gene para o:

- a) Daltonismo
- b) Hemofilia
- c) Hipertricose auricular
- d) Calvície

05. (UEMG/2008) O heredograma a seguir apresenta um caso familiar de daltonismo, herança determinada por um gene recessivo localizado no cromossomo X.



Pela análise das informações contidas no heredograma e de outros conhecimentos que você possui sobre o assunto, só se pode afirmar **CORRETAMENTE** que

- a) o indivíduo II.1 tem 50% de chance de apresentar o gene para o caráter.
- b) todas as filhas do indivíduo II.2 serão daltônicas.
- c) qualquer descendente de II.4 receberá o gene para daltonismo.
- d) o indivíduo II.2 herdou o gene de qualquer um dos genitores.

06. (UEL/2009) A hemofilia é uma doença hereditária recessiva ligada ao cromossomo sexual X, presente em todos os grupos étnicos e em todas as regiões geográficas do mundo. Caracteriza-se por um defeito na coagulação sanguínea, manifestando-se através de sangramentos espontâneos que vão de simples manchas roxas (equimoses) até hemorragias abundantes.

Com base no enunciado e nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar:

- a) Casamento de consanguíneos diminui a probabilidade de nascimento de mulheres hemofílicas.
- b) Pais saudáveis de filhos que apresentam hemofilia são heterozigotos.
- c) A hemofilia ocorre com a mesma frequência entre homens e mulheres.
- d) As crianças do sexo masculino herdam o gene da hemofilia do seu pai.
- e) Mulheres hemofílicas são filhas de pai hemofílico e mãe heterozigota para este gene.

07. (UFMG/2008) Um casal normal para a hemofilia – doença recessiva ligada ao cromossoma X – gerou quatro crianças: duas normais e duas hemofílicas.

Considerando-se essas informações e outros conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** afirmar que

- a) a mãe das crianças é heterozigótica para a hemofilia.
- b) a probabilidade de esse casal ter outra criança hemofílica é de 25% .
- c) as crianças do sexo feminino têm fenótipo normal.
- d) o gene recessivo está presente no avô paterno das crianças.

08 (FATEC/2009) Considere as afirmações a seguir sobre uma das doenças representadas na tirinha:



(Disponível em: <http://www.charge-o-matic.blogspot.com.br/> - Acessado em: 20/08/2008)

- I. O daltonismo é uma deficiência visual que impede o indivíduo de enxergar certas cores e pode ser prevenido através de medicação específica.
- II. Se uma mulher daltônica transmitir um dos seus autossomos portador do alelo para o daltonismo a um filho, ele será certamente daltônico.
- III. Um homem hemizigótico para o alelo mutante do daltonismo tem dificuldades para distinguir cores.
- IV. O daltonismo, atualmente, graças à engenharia genética, já tem tratamento e cura.
- V. Uma mulher heterozigótica para o daltonismo, que recebeu de seu pai o cromossomo X, portador do gene alelo mutante para essa doença, tem visão normal para as cores.

Está correto o contido em:

- a) III e V, apenas.
- b) I, III e IV, apenas.
- c) II, III e V, apenas.
- d) I, II, IV e V, apenas.
- e) I, II, III, IV e V.

09. (PUC-RJ/2007) Uma característica genética recessiva presente no cromossomo Y é:

- a) poder ser herdada do pai ou da mãe pelos descendentes do sexo masculino e do feminino.
- b) só poder ser herdada a partir do pai por seus descendentes do sexo masculino.
- c) só poder ser herdada a partir do pai por seus descendentes do sexo feminino.
- d) só poder ser herdada a partir da mãe por seus descendentes do sexo masculino.
- e) só poder ser herdada a partir da mãe por seus descendentes do sexo feminino.