SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1

Componente curricular: Ciências da Natureza

Ano: 9º Bimestre: 4º

Título: Hereditariedade

Conteúdos

* Hereditariedade.
* Genes, cromossomos e DNA.
* Os gametas e a transmissão de características hereditárias.

Objetivos

* Compreender como os genes são transmitidos de geração para geração.
* Identificar que existem duas cópias de cada gene (ou seja, os genes ocorrem em pares).
* Reconhecer que um filho recebe uma cópia de cada gene de cada genitor.
* Compreender que a cópia do gene que um filho recebe de um genitor é aleatória.
* Conhecer os experimentos realizados por Mendel e compreender seus principais resultados.
* Compreender conceitos básicos da Genética.
* Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
* Compreender a relação de dominância e recessividade entre genes e como ela determina o aparecimento de algumas características.

Objetos de conhecimento e habilidades da BNCC

Hereditariedade é o objeto de conhecimento desta sequência didática. A proposta aborda as habilidades **EF09CI08**, segundo a qual os alunos devem ser capazes de associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes, e **EF09CI09**, segundo a qual eles devem discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as na resolução de problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

Número de aulas sugeridas

* 2 aulas (de 40 a 50 minutos cada).

AULA 1

Objetivos específicos

* Compreender como os genes são transmitidos de geração para geração.
* Identificar que existem duas cópias de cada gene (ou seja, os genes ocorrem em pares).
* Reconhecer que um filho recebe uma cópia de cada gene de cada um dos genitores.
* Compreender que a cópia do gene que um filho recebe de um genitor é aleatória.
* Compreender os conceitos de gene, cromossomos, material genético e DNA.

Recursos didáticos

Livro do Estudante (capítulo 10); 4 pacotes de macarrão de formatos diferentes (por exemplo: parafuso, gravatinha, pene e concha), 4 tigelas grandes, 4 frascos de corantes alimentícios (vermelho, verde, amarelo e azul), aproximadamente 3,5 L de vinagre branco, copos descartáveis de 250 mL ou forminhas de papel para *cupcake* (7 por grupo de alunos), lápis de cor nas mesmas cores dos corantes (para todos os grupos), folhas de papel sulfite; cópias impressas de textos disponíveis na internet.

Encaminhamento

Antes da aula, faça o tingimento do macarrão. É importante escolher quatro tipos de macarrão com formatos suficientemente distintos para os alunos poderem separá-los apenas usando o tato. Você vai precisar também de quatro tigelas grandes. Em cada uma delas, coloque um quarto de cada pacote de macarrão. Acrescente o vinagre em quantidade suficiente para cobrir o conteúdo das tigelas. Em seguida, adicione os corantes alimentícios, de modo que em cada recipiente o macarrão fique de uma cor. Misture bem e deixe a massa descansar na tintura por uma hora, mexendo de vez em quando. Escorra e enxágue brevemente o macarrão em água fria, com cuidado para que as cores não desbotem. Espalhe o macarrão em assadeiras, em camadas únicas, e leve-o ao forno a 250 °C, por 10 minutos, para secar (o tempo pode variar de acordo com a potência do forno).

No primeiro momento da aula, para retomar conhecimentos prévios, promova uma troca de ideias perguntando aos alunos: “Por que, na maioria dos casos, os filhos apresentam características semelhantes às dos pais?”; “Por que alguns irmãos são bem parecidos entre si e outros, não?”; “Por que também podemos perceber semelhanças entre avós e netos?”; “Vocês têm características semelhantes às de algum familiar?”. Peça a eles que elaborem hipóteses para justificar essas semelhanças e anote-as na lousa. Se julgar interessante, apresente algumas fotografias de pais e seus filhos, de irmãos e de avós e seus netos para que os alunos possam identificar semelhanças e diferenças entre eles.

Em seguida, pergunte: “De onde vocês acham que vieram as ‘instruções’ para que vocês fossem feitos?”. Alguns alunos podem sugerir que vieram de seus pais. Esclareça que cada uma das instruções para fazer uma pessoa é chamada de gene. O conjunto de genes é denominado material genético. Com o auxílio do esquema presente no tópico *Genes* do capítulo 10 do Livro do Estudante, explique que os genes estão organizados nos cromossomos, que, por sua vez, são um longo filamento composto de ácido desoxirribonucleico, o DNA.

Na sequência, explique aos alunos que eles participarão de uma atividade para compreender como essas “instruções” são passadas de geração a geração. Organize a turma em grupos de quatro integrantes e forneça a cada grupo um *kit* com os seguintes itens:

* 7 copos descartáveis (ou forminhas de *cupcake*);
* 8 pedaços de macarrão vermelho (2 de cada forma);
* 8 pedaços de macarrão verde (2 de cada forma);
* 8 pedaços de macarrão amarelo (2 de cada forma);
* 8 pedaços de macarrão azul (2 de cada forma).

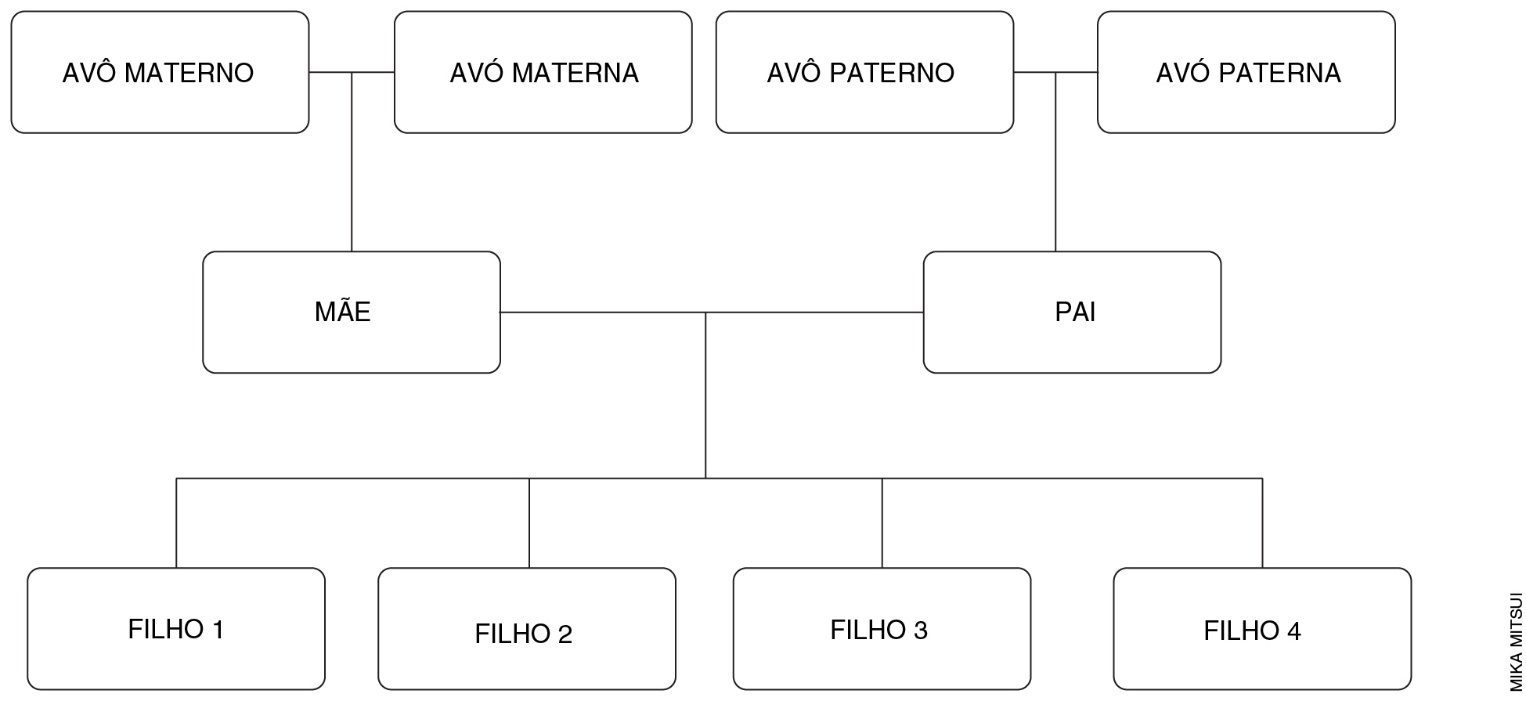
Depois, forneça as instruções a seguir.

1. Coloque em cada copo 8 pedaços de macarrão, 2 de cada forma. Os pedaços de macarrão representam os genes, e cada forma de macarrão corresponde a um gene diferente. Você recebeu dois pedaços de macarrão de cada forma porque temos duas cópias de cada um dos nossos genes.

Cada cor de macarrão que recebeu corresponde a um avô:

* avô materno – vermelho;
* avó materna – verde;
* avô paterno – amarelo;
* avó paterna – azul.

Usando esse código de formas e cores, rotule os copos. Em seguida, em uma folha de papel sulfite, represente os conteúdos dos copos em um diagrama. Siga o modelo abaixo, deixando espaços abaixo das palavras para desenhar.



2. Neste modelo, o avô materno tem 4 pares de genes de cor vermelha e a avó materna tem 4 pares de genes de cor verde. Escolha, agora, os genes que serão passados para a filha desse casal. Para fazer isso, selecione 4 genes do copo do avô materno (um de cada forma) e outros 4 genes do copo da avó materna (um de cada forma). Feche os olhos enquanto seleciona os genes. Coloque os oito pedaços de macarrão selecionados no copo rotulado “Mãe”. Esses são os genes da mãe (isto é, da filha do avô e da avó maternos). Represente-os em seu diagrama com desenhos nas cores correspondentes.

3. Repita o procedimento com o avô e avós paternos para selecionar os genes do pai.

4. Chegou a vez de juntar os genes do casal formado pela mãe e pelo pai. Eles terão quatro filhos. Cada filho receberá metade dos genes da mãe e metade dos genes do pai. Para o primeiro filho, selecione 4 genes (um de cada forma) do copo da mãe e outros quatro genes (um de cada forma) do copo do pai e coloque-os no copo rotulado “Filho 1”. Lembre-se de fechar os olhos na hora de selecionar os genes. Represente em seu diagrama, com desenhos coloridos, os genes do filho 1. Dê um nome para esse filho. Devolva os genes do filho 1 para os recipientes da mãe e do pai, sem misturar as cores (lembre-se de que os genes da mãe são vermelhos e verdes, e os genes do pai são amarelos e azuis).

5. Selecione, então, os genes para os filhos 2, 3 e 4. Com todos eles, siga o mesmo procedimento descrito no item anterior.

Depois de concluir a atividade, desenhe uma tabela no quadro de giz, seguindo o modelo abaixo, e peça aos alunos que a copiem em outra folha de sulfite. Solicite que preencham a tabela com os dados obtidos. Certifique-se de que compreendam, a partir da contagem das cores e formas, qual foi a contribuição genética de cada avô e avó para a geração de cada neto.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Número de genes transmitidos | | | |
|  | Filho 1 | Filho 2 | Filho 3 | Filho 4 |
| Avô materno |  |  |  |  |
| Avó materna |  |  |  |  |
| Avô paterno |  |  |  |  |
| Avó paterna |  |  |  |  |
| Número total de genes |  |  |  |  |
| Número total de  pares de genes |  |  |  |  |

Na sequência, escreva estas perguntas no quadro de giz e organize os alunos em grupos para que as respondam:

1. Quantos genes cada filho herdou da mãe? E do pai?

2. Quanto de cada gene (tipo de macarrão) cada filho recebe?

3. Houve combinações iguais de genes entre dois ou mais irmãos?

4. Cada filho recebeu pelo menos um gene de cada avô e de cada avó?

5. Seria possível que um filho tivesse recebido:

* 8 genes amarelos?
* 4 genes amarelos e 4 genes vermelhos?
* 3 genes azuis, 2 genes verdes e 3 genes vermelhos?

Espera-se que os alunos concluam que os filhos receberam 4 genes do pai e 4 da mãe, sendo 1 de cada par de gene de cada genitor. Esclareça que, nesse modelo, a cor representa um alelo para o gene (tipo de macarrão). Assim, os filhos recebem um alelo de cada gene do pai e outro alelo do gene correspondente da mãe, e essa combinação entre todos os genes humanos (cerca de 30 mil) é responsável pelas características únicas de cada indivíduo.

É possível que, durante a atividade, nenhum dos filhos tenha recebido a mesma combinação genética que a de um irmão. Saliente que, teoricamente, isso seria possível, porém pouco provável, pois a chance de repetição é muito pequena (principalmente se considerarmos todos os genes encontrados na espécie humana). Além disso, certifique-se de que os alunos tenham compreendido que, apesar de ser muito maior a chance de receber pelo menos um gene de cada avô e de cada avó, existe uma pequena probabilidade, nesse modelo, de o filho receber genes de apenas um avô ou avó maternos e um de um avô ou avó paternos. No entanto, a probabilidade de acontecer isso é praticamente nula.

Para concluir a atividade, organize uma roda de conversa para debater as seguintes questões:

* Qual a origem dos genes dos quatro avós?
* Os cientistas estimam que cada um de nós tenha cerca de 60.000 genes (30.000 pares de genes). Quantos genes você recebeu da sua mãe? E do seu pai?
* Você acha possível que uma mãe e um pai tenham quatro filhos com a mesma combinação de genes?

Conduza a conversa de modo que os alunos compreendam que herdamos nossos genes de nossos antepassados (bisavós, tataravós etc.) e que recebemos metade deles da mãe e metade do pai. Se a espécie humana tem cerca de 30 mil pares de genes, recebemos 30 mil genes da nossa mãe e 30 mil genes do nosso pai. Como temos tantos genes, a chance de quatro irmãos nascerem exatamente com a mesma combinação é praticamente nula. Isso acontece apenas em caso de gêmeos univitelinos (que vieram de um único embrião).

Para finalizar a aula, explique brevemente os experimentos realizados por Mendel, destacando seus principais resultados. Você pode utilizar o tópico *Mendel e as ervilhas* do capítulo 10 do Livro do Estudante. É importante que os alunos compreendam que Mendel descobriu que cada uma das características observadas nas ervilhas era determinada por um par de fatores. O cientista chegou à conclusão de que esses fatores eram separados durante a formação dos gametas e unidos durante a fecundação, formando um novo par, e, assim, transmitindo ao descendente as características hereditárias. Esclareça que os fatores de Mendel são hoje chamados de genes.

Se julgar interessante, como *atividade complementar*, peça aos alunos que se dividam em grupos para pesquisar, como tarefa de casa, a biografia de Mendel, o monge considerado o pai da Genética. Você pode disponibilizar material impresso sobre o tema. Alguns textos são indicados a seguir.

* “Johann (Gregor) Mendel”, disponível em <<https://educacao.uol.com.br/biografias/johann-gregor-mendel.htm>>.
* “5 curiosidades sobre o monge Gregor Mendel, cientista pai da genética”, disponível em <<https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/5-curiosidades-sobre-o-monge-gregor-mendel-cientista-pai-da-genetica/>>.
* “O legado de um monge invisível”, disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/01/12/o-legado-de-um-monge-invisivel/>>. (Acessos em: out. 2018.)

Ao final da aula, peça aos alunos que analisem as hipóteses formuladas para responder às perguntas do início. Solicite que eles avaliem se elas estão de acordo com os conceitos estudados durante a aula.

Para *acompanhar a aprendizagem*, peça que os alunos façam a atividade proposta na seção *Amplie seu vocabulário* apresentada no final do tópico *Material genético* do capítulo 10 do Livro do Estudante.Eles terão que debater o significado dos seguintes conceitos: cromossomos, DNA e genes. Em seguida, terão que redigir esses conceitos com suas palavras. Além disso, observe a participação dos alunos durante a atividade com o macarrão colorido, verificando se demonstraram curiosidade e se foram capazes de sugerir hipóteses sobre os questionamentos levantados.

AULA 2

Objetivos específicos

* Compreender os conceitos de cromossomos homólogos e sexuais e de genes alelos.
* Diferenciar células diploides de células haploides.
* Diferenciar genes dominantes de genes recessivos.
* Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

Recursos didáticos

Livro do Estudante (capítulo 10); lápis de cor, imagens do conjunto de cromossomos de uma célula humana; vídeo disponível na internet.

Encaminhamento

No primeiro momento da aula, retome os conceitos abordados na aula anterior perguntando aos alunos: “Qual é a diferença entre cromossomo e gene?”; “O que é o DNA?”; “O que vocês entendem quando falamos em material genético de um ser vivo?”. Amplie a conversa perguntando: “Como os genes são transmitidos de pais para filhos?”.

Em seguida, apresente imagens do conjunto de cromossomos de uma célula humana e explique para os alunos que, com a melhoria das técnicas de microscopia, os cientistas descobriram que as células humanas possuem 46 cromossomos que formam 23 pares. Comente que outras espécies que possuem células eucarióticas também apresentam cromossomos que se agrupam aos pares. Com a leitura conjunta dos tópicos *Cromossomos homólogos e número haploide* e *Cromossomos e reprodução humana*, aborde os conceitos de cromossomos homólogos, células diploides e células haploides, a formação dos gametas, a fecundação e o desenvolvimento do zigoto. Relembre que metade dos cromossomos que existem em nossas células são herdados de nossas mães e metade de nossos pais. Explique o que são os cromossomos sexuais e como ocorre a determinação do sexo nos seres humanos.

Na sequência, peça para a turma se dividir em grupos e solicite que eles façam representações do conjunto de cromossomos de uma célula humana de uma mulher e de um homem. Oriente-os a pintar cada representação com cores diferentes. É importante também que os pares de homólogos sejam identificados com números de 1 a 23. Peça que deixem um espaço entre os desenhos para que os cromossomos possam ser recortados.

Utilizando as representações produzidas pelos alunos, explique os conceitos de genes alelos, heterozigose, homozigose, dominância e recessividade. Para isso, considere a característica hereditária presença de sardas, que é condicionada por um gene dominante. Você pode determinar em qual par de homólogos os alunos devem representar os genes alelos no conjunto de cromossomos que corresponde às células do homem e da mulher. Nesse exemplo, você pode propor que o homem tenha sardas e seja heterozigoto e que a mulher não tenha sardas e seja homozigota recessiva para essa característica.

Peça aos alunos que selecionem apenas o par de homólogos escolhido e, considerando que acontece a separação dos homólogos na formação dos gametas, solicite que eles respondam quais características os filhos daquele casal poderiam apresentar para a característica presença ou ausência de sardas.

Explique aos alunos que a constituição genética para uma determinada característica em um indivíduo é chamada de genótipo, e a forma como essa característica se apresenta nesse indivíduo é chamada de fenótipo. Por exemplo: se determinarmos que S é o gene dominante, a presença de sardas é um fenótipo que pode apresentar dois genótipos diferentes (SS e Ss) e a ausência de sardas, apenas um (ss).

Simule a transmissão de outras características hereditárias, tais como o lóbulo de orelha solto, que é uma característica dominante em relação ao lóbulo de orelha preso. Consulte o tópico *Hereditariedade em humanos* do capítulo 10 do Livro do Estudante.

Ao final da aula, se julgar interessante, como *atividade complementar*, apresente aos alunos o vídeo *Genética do esporte*, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=XKNL_1dBnjE>>. (Acesso em: out. 2018.) Nessa pesquisa, os cientistas estão investigando se alguns genes estariam relacionados a desempenhos melhores em determinados tipos de esporte e treino. Na impossibilidade de exibir o vídeo, você pode   
assisti-lo previamente e fazer um resumo de suas principais informações para apresentá-las aos alunos. Promova, em seguida, uma discussão sobre o assunto perguntando, por exemplo, se eles acham que seria justo usar a Genética do esporte em competições, sendo que nem todos os países têm acesso a essa tecnologia.

Para *acompanhar a aprendizagem*, solicite aos alunos que respondam às atividades 1 a 6 da seção *Use o que aprendeu* do capítulo 10 do Livro do Estudante. Eles terão que utilizar os conceitos básicos da Genética abordados nesta aula. Peça também que eles respondam às atividades 3 e 5 da seção *Explore diferentes linguagens*, nas quais eles terão que analisar a transmissão de algumas características hereditárias de pais para filhos.

Atividades

1. A maioria das células da espécie humana possui 46 cromossomos, enquanto as células das ervilhas têm   
14 cromossomos. Com base nessa informação, indique, para cada espécie:

a) o número de pares de cromossomos homólogos.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

b) o número de cromossomos nos gametas.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

c) o número de cromossomos no zigoto.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

d) um exemplo de célula haploide.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

e) um exemplo de célula diploide.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Carlos apresenta os lóbulos das orelhas presos. Seus pais e avós (maternos e paternos) possuem lóbulos das orelhas soltos. Apenas um tio paterno apresenta a mesma característica de Carlos. Considerando que o lóbulo da orelha solto é dominante em relação à característica lóbulo da orelha preso, responda às questões a seguir.

a) Indique, usando as letras V e v para representar os genes que condicionam a característica, qual é o genótipo dos avós paternos de Carlos. Justifique.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

b) Está correta a afirmação de que pelo menos um dos avós maternos de Carlos é heterozigótico para essa característica? Por quê?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Respostas das atividades

1.

a) Humano: 23; ervilha: 7.

b) Humano: 23; ervilha: 7.

c) Humano: 46; ervilha: 14.

d) Gametas de ambas as espécies.

e) Os alunos podem citar diversas células do corpo humano, tais como as da pele, as dos músculos e as nervosas. Das ervilhas é provável que citem as células do tecido de revestimento da planta.

2.

a) Se o tio de Carlos tem lóbulos da orelha presos e este é o genótipo recessivo, ele tem genótipo vv. Assim, ele herdou um alelo recessivo de cada um de seus genitores. Se seus genitores, que são os avós de Carlos, possuem lóbulos soltos, uma característica dominante, ambos devem apresentar a característica e os genótipos Vv.

b) Sim, porque, apesar de não ter os lóbulos das orelhas presos, a mãe de Carlos é portadora do gene recessivo que foi herdado de um dos seus pais, que também não apresentavam a característica.

Autoavaliação

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Critérios | Ótimo desempenho | Bom desempenho | Preciso melhorar |
| Compreendo como os genes são transmitidos de geração para geração. |  |  |  |
| Compreendo os conceitos de gene, cromossomos, material genético e DNA. |  |  |  |
| Sou capaz de diferenciar células diploides de células haploides. |  |  |  |
| Consigo diferenciar genes dominantes de genes recessivos. |  |  |  |
| Consigo associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. |  |  |  |