

O monge que plantava ervilhas




Juliana Ricarda de Melo

Secretaria de Educação do Distrito Federal, Planaltina, DF

Autor para correspondência - jurm.ciencias@gmail.com

Palavras-chave: Mendel, ensino, ervilhas, primeira lei de Mendel



O monge que plantava ervilhas conta a história de Mendel e de seus estudos com ervilhas, e de como suas experiências de vida influenciaram os caminhos de pesquisa por ele escolhidos. O objetivo geral é que o estudante lide tanto com alguns conceitos da genética quanto com aspectos históricos e sociológicos da ciência. Este material didático, introdutório ao ensino dos estudos mendelianos em genética, contextualiza o assunto através do diálogo entre dois irmãos, sobre o trabalho de Mendel. Rodrigo, o irmão mais novo, deve entregar um trabalho sobre a biografia do monge; Clébio, o irmão mais velho, faz uma atuação teatral, vestindo-se de Mendel para ajudar o Rodrigo.

Objetivos de aprendizagem

- Conhecer os experimentos mendelianos a partir de uma perspectiva histórica.
- Introduzir o estudo da genética clássica sob uma perspectiva dialogada.

Contexto

A introdução à genética é um momento rico para que o professor trate não apenas do conteúdo científico em si, como também de aspectos da natureza e da história da ciência, ao explorar em mais detalhes o desenvolvimento do trabalho de Mendel. Pensando nisso, produziu-se uma história sob o formato de diálogo sobre os experimentos mendelianos para que o estudante tenha contato com o tema a partir da leitura de uma narrativa, isto é, um texto com linguagem e estrutura mais maleáveis em relação ao livro didático convencional, permitindo maior interação entre leitor e leitura.

Público alvo

Estudantes do ensino fundamental II

Narrativa: O monge que plantava ervilhas

Capítulo 1 -

Quem quer ser um cientista?

– Arrrgh!

Mais uma vez Rodrigo estava às voltas com as tarefas de casa. Sempre que ia começar a fazer as atividades, outra coisa o atraía. Na verdade, tudo parecia interessante quando ele tinha que estudar, menos os livros e os cadernos.

Naquele dia, a professora de ciências havia passado várias atividades sobre genética e um trabalho sobre Gregor Mendel, considerado por muitos o pai da Genética. Apesar

de Rodrigo gostar da disciplina, não estava entendendo quase nada daquele conteúdo e logo se revoltou:



Rodrigo (R): – Alguém me explica para quê, PARA QUÊ, a gente tem que estudar tudo isso? Tantos números, tantos nomes que dá até um nó na mente! E pra completar ainda tem que pesquisar sobre gente que já morreu!

Seu irmão, Clébio, que acabara de chegar da faculdade, escutou o que o irmão havia dito.

Clébio (C): – Calma rapaz, escola é assim mesmo, muita coisa pra aprender, mas nem tudo é divertido.

R: – Acho que não deveria ser assim. A gente passa tanto tempo naquele lugar... As coisas que ensinam poderiam ser, sei lá, mais divertidas e úteis. Boa mesmo é a aula de educação física, a gente se distrai, nem vê a hora passar!

C: – Hehehe, pelo jeito não é só na educação física que você se distrai... Volta pro seu dever de casa e arrasa nas respostas!

Meio a contragosto Rodrigo voltou a ler as questões que a professora havia passado na aula, algumas horas antes:

Com base nos estudos sobre genética, responda as questões abaixo:

1. Citar um fator que influencia as características que serão expressas nos descendentes em um cruzamento.
2. Definir dominância e recessividade, dando exemplos de como afetam a herança de características.
3. Definir a Primeira Lei de Mendel e dê um exemplo de aplicação...

R: – Bah! Ao menos essas eu só preciso copiar dos exemplos que a professora deu na sala. Sempre assim, copiar, colar, trocar os números e pronto. Que chatice! Acho que vou dar uma olhada no que preciso pesquisar para o trabalho.

Trabalho de Ciências

- Em, no máximo duas páginas, discorrer sobre o monge Gregor Mendel e suas contribuições para a Genética a partir de seus experimentos com ervilha.
- Na redação, apontar os motivos que levaram Mendel à pesquisa e à relevância para o contexto em que ele viveu.

Valor: 4,0. Individual não esqueçam de citar as fontes pesquisadas

R: – Agora complicou... Nunca ouvi falar desse cara além das aulas..., mas provavelmente é mais um gênio solitário, como todo cientista. Tem que ser meio doido para seguir essa profissão... Ficar trancafiado em laboratórios, sem aproveitar a vida, por fora dos acontecimentos!

O irmão, que passava pela porta do quarto de Rodrigo no momento, não pode deixar de escutar o comentário e lembrar-se das discussões que tivera em uma das disciplinas da faculdade. Encostou-se à parede do quarto e, olhando pela janela, começou a falar como se estivesse pensando em voz alta, observan-

do um grupo de adolescentes que fazia uma grande algazarra no banco da praça:

C: – Ninguém está sozinho nesse mundo, impossível se isolar dos outros, nem hoje, nem no passado...

R: – Lá vem você com esses discursos esquisitos – disse Rodrigo, que o escutou. Quando eu for pra faculdade, espero ir para um curso menos viajante que o seu.

C: – Só estou dizendo que talvez você esteja se precipitando ao dizer que os cientistas são solitários. De onde você tirou essa ideia?

R: – Ora de onde tirei a ideia... Em qualquer programa da TV, nos gibis e até nos filmes, o cientista é sempre o maluco da história, o que não tem namorada e tem as melhores ideias. Ou seja, um *nerd*.

C: – Bom, nas novelas, todas as famílias tem belas casas, até mesmo os pobres, mas se você andar por aí, na vida real, vai ver que não é bem assim. O mesmo acontece com os gibis, onde os heróis tem superpoderes, voam e tudo mais. É comum que novelas e gibis mostrem estereótipos.



R: – Você pode até ter razão sobre isso, mas no caso que eu preciso pesquisar certamente o cientista é bem sozinho, ele era um monge. E acho que nem deve ter estudado tanto quanto eu, esse pessoal mega inteligente termina de estudar super-rápido. Eu li numa revista ontem que tem um físico bem famoso, Stephen Hawking, que terminou de estudar e virou doutor com 24 anos, sua idade, Clébio. Verdadeiro gênio!

Desistindo da conversa, Clébio saiu do quarto pensando em como poderia ajudar o irmão com o trabalho. Antes de chegar à porta teve uma ideia que fez seus olhos brilharem. Ele precisava juntar alguns materiais antes de intervir na pesquisa e nas ideias de Rodrigo. Primeiro, foi até o seu quarto, pegou um livro e entregou para Rodrigo ler enquanto arrumava os outros recursos.

C: – Faz o seguinte, vai lendo esse livro aí. Acho que você vai se surpreender ao conhecer o amigo das ervilhas, nosso querido Mendel.

Clébio saiu do quarto e deixou Rodrigo pensando naquela palavra... Estereótipo... Que será que significava? Logo ele deixou a questão de lado e pensou em como seria viver como um monge que plantava ervilhas.

R: – “Que coisa mais besta” – pensou – “será que ele não tinha questões mais importantes para ajudar o pessoal na época em que ele vivia?”



Uma brisa suave entrou pela janela, refrescando o rosto de Rodrigo naquele dia ensolarado. Ele resolveu deitar na cama e ler o livro de Clébio para começar a pesquisa sobre

a primeira lei de Mendel, o bizarro. Era um livro um pouco velho, falava sobre cientistas, entre eles, Mendel, contando a história de sua vida na fazenda quando era jovem. Mas como sempre, o tédio logo o fez ficar sonolento com a leitura e, em um piscar de olhos, Rodrigo dormiu com o livro sobre o rosto.

Ele só não imaginava a surpresa que teria ao acordar!

Capítulo 2 - Uma visita inesperada

C: – Rodrigo... Acorde...

Mal reconhecendo a voz que lhe chamava, aos poucos, Rodrigo foi abrindo os olhos. Quando finalmente conseguiu focar a imagem, levou um pequeno susto ao ver o irmão vestido com uma longa bata preta e óculos redondos.

R: – Mas que fantasia é essa, Clébio? Nem perto do carnaval nós estamos!



Com ar de quem não entendia o que o garoto falava, Clébio continuou:

Mendel (M): – Meu jovem rapaz, não conheço nenhum Clébio, mas gostaria de me apresentar: sou Gregor Mendel, seu novo professor particular.

Aos poucos entendendo a brincadeira do irmão, Rodrigo entrou no clima da encenação e continuou:

R: – Ooooh! É verdade! Deve ter feito uma longa viagem até aqui hein?

M: – Não muito longa, os trens são bem rápidos! Mas não vamos nos alongar nessa conversa sobre meu trajeto. Temos muita coisa para ver.

R: – É verdade! Minha professora de ciências passou muitas atividades esta semana. Acho que você vai gostar do tema: genética!

M: – Genética? – Disse o falso monge com ar de quem achara a palavra engraçada – Tem certeza de que seria esse o tema de seus estudos? Nunca ouvi falar em tal ramo da ciência.

Surpreso, Rodrigo quase gritou:

R: – Como não? Você mesmo estudou isso! Usando ervilhas e tudo mais!

M: – Rapaz, está sofrendo com alguma enfermidade? Certamente faço um estudo com ervilhas, mas jamais, seja nos livros que leio ou entre meus tutores, li ou ouvi falar dessa palavra. Além do mais, como ficou sabendo da minha pesquisa?

R: – Ah não Clébio, você não tá fazendo direito! É claro que o Mendel sabia o que era genética. Ele não conhecer genética é tão sem sentido quanto dizer que um médico não sabe o que é medicina. Ele é o pai da genética! Como não vai conhecer a própria filha?

Saindo um pouco da brincadeira, Clébio disse com um tom levemente irritado pela interrupção:

C: – Rodrigo, não atrapalha o desenvolvimento do meu personagem! Mendel não tinha a menor ideia do que significava genética porque esse é um termo que foi criado depois dele morrer, por outro cientista chamado William Bateson, que, por sinal, acabou se tornando defensor das ideias mendelianas.

R: – Uai, como é que eu ia saber disso? Na escola sempre falam “Mendel, o ‘pai’ da genética”, “Mendel o fundador da genética”, então eu pensei que ele havia criado essa ciência.

C: – Eu entendo você. Muitas palavras que a gente ouve hoje em dia relacionadas às pessoas e aos momentos do passado são colocadas como se sempre tivessem existido, o que muitas vezes é um equívoco. Tenho certeza de que ainda vamos nos deparar com outras situações como essas. Mas agora vamos voltar à história?

Com um sorriso no rosto que expressava a admiração de Rodrigo pelo irmão mais velho, o jovem procurou na mente alguma expressão que pudesse substituir a palavra genética sem trocar o seu sentido.

R: – Desculpe, senhor Mendel, eu quis dizer que o tema é a herança de características, de pai para filho, entendeu?

M: – Agora compreendo. Esse é um assunto bem longo e há algumas divergências sobre o tema.

R: – Como assim divergências? Até eu que sou mais devagar para entender a matéria já compreendi que os genes passam dos pais para os filhos, e é assim que herdamos as características da família. Por exemplo, eu herdei os genes da beleza da minha mãe, e o meu irmão mais velho herdou os genes do narigão do nosso pai.

M: – Acredito que seus pais o colocaram em uma escola muito esquisita. Aqui existem tantas boas escolas. Eu estudei em uma que me ajudou muito nos estudos, mesmo não estando entre as melhores. Agora você, meu jovem garoto, sempre usando palavras que não existem...

Nesse momento Rodrigo percebeu que mais uma vez usara uma palavra que, embora atualmente seja comum, não existia na época de Mendel, que viveu no século XIX. Infelizmente, ele não sabia qual era e não queria interromper a encenação do irmão novamente. Então continuou a conversa, ainda rindo por dentro pela piada sobre os genes e as características físicas dele e do irmão.

R: - Certo, Mendel! Vou tomar mais cuidado ao usar as palavras. Mas você ainda não me falou que divergências existem sobre a herança das características.

M: – Bem, há bastante tempo, há uma discussão entre os estudiosos dos seres vivos. Alguns defendiam a ideia de que o novo ser já vem prontinho no sêmen masculino, sendo que o ovo da fêmea, seja de uma planta ou animal, apenas alimenta essa sementinha até que esteja pronta para nascer. Outros, ao contrário, consideravam que o sêmen masculino apenas ativa o ser que já está pré-formado dentro do ovo da fêmea. Outros, ainda, propunham uma terceira explicação: o novo organismo não está pré-formado nem no pai nem na mãe, mas começa a ser formado quando ocorre o que os naturalistas do final do século XVIII passaram a chamar de fertilização. Na verdade, o estudo da herança de características ao longo de gerações foi realizado na antiguidade grega, e vem sendo retomado desde o século XVI.

R: – Entendo. Também é tanta gente pesquisando a mesma coisa, né? Seria estranho se ideias diferentes não surgissem. Mas depois de tanto tempo, por que ainda não encontraram a resposta certa?

M: – Não é fácil encontrar uma resposta que satisfaça todos os casos conhecidos. Além disso, algumas ideias são mais aceitas que outras em função dos argumentos que as embasam e, pra não falar dos objetivos e até mesmo dos interesses envolvidos.

R: – Mas e então, você podia me falar um pouco mais sobre o seu trabalho. Como você disse, o estudo de herança de características não foi novidade para você nem para ninguém da época. Então, o que você fez de novidade? Ou só repetiu a mesma coisa que todos os outros cientistas?

M: – Ah, ótima pergunta! Pois saiba que o rumo que dei à minha pesquisa ninguém havia dado antes! Tenho certeza de que você irá se encantar! Por sorte, tenho aqui uma cópia do meu artigo, que pretendo apresentar na Associação de pesquisadores ainda em 1865!

Pegando as folhas que compunham o artigo do entusiasmado Mendel, Rodrigo folheou e

pareceu um pouco espantando ao perceber a quantidade de números e símbolos presentes.

R: – Mendel, seu trabalho tem muitos números e letrinhas, até parece um trabalho de matemática e não de ciências.

M: – Ora, ora, foi muito bom você ter notado isso! É exatamente nesse ponto que meu trabalho...

– Meninos! Venham lanchar!

Nessa hora o pai dos rapazes chamava para o lanche da tarde, quebrando o ritmo da brincadeira, que cada vez mais entusiasmava Rodrigo e Clébio. Nenhum dos dois sabia exatamente até que ponto a encenação duraria, mas queriam aproveitar ao máximo. Foram rapidamente para a cozinha comer o sanduíche com suco de maracujá que a mãe fez.

Ao ver seu filho mais velho naqueles estranhos trajes, Simone logo imaginou que os dois estavam aprontando alguma coisa e aproveitou o momento do lanche para se inteirar dos fatos da tarde, os quais Rodrigo prontamente contou.

Capítulo 3 - Ervilhas, ervilhas, ervilhas!

De volta ao quarto, os irmãos logo retomaram a brincadeira. Rodrigo não sabia explicar, mas estava achando muito interessante aquele jeito de aprender, pois nem parecia que estava mesmo estudando todas aquelas coisas que na escola ficavam tão chatas. Ele queria mesmo que a professora dele visse tudo aquilo e assim, quem sabe, ela teria ideias tão divertidas e interessantes quanto as do seu irmão para ensinar os conteúdos.

M: – Então, vamos prosseguir. Eu realizei meus experimentos com ervilhas, as *Pisum sativum*. Deu muito trabalho e demorei anos para chegar aos resultados que irei apresentar.

R: – *Pisum sativum*? Se o senhor não fosse monge, poderia ter dois filhos e nomeá-los assim: a Pisum e o Sativum, hehehe!



M: – Nossa Rodrigo, mas que piada sem graça. Mais respeito com um monge e vamos voltar ao assunto. *Pisum sativum* é o nome científico da ervilha, que é dado em Latim.

R: – Desculpe Mendel, só quis deixar o clima mais leve, esse assunto parece ser bem difícil...

M: – Vamos esquecer isso. Prosseguindo, o estudo que fiz já foi realizado antes por outros hibridizadores e tem como objetivo entender como as características são passadas de uma geração à outra nas plantas.

R: – Um momento Mendel. Parece que não sou o único a usar palavras estranhas por aqui. O que é um hibridizador? Por acaso é, como no caso da ervilha, para os cientistas, é o nome em Latim?

M: – Não, rapaz. Os hibridizadores eram pesquisadores preocupados com a produção de novas variedades a partir do cruzamento de duas espécies ou duas variedades diferentes, entendeu?

R: – Hm... Acho que sim. Mas, Mendel, seu trabalho não era sobre herança das características? O que isso tinha a ver com o trabalho dos hibridizadores?

M: – Ora Rodrigo, pense: que relação deve existir entre a produção de novas variedades e a herança de características?

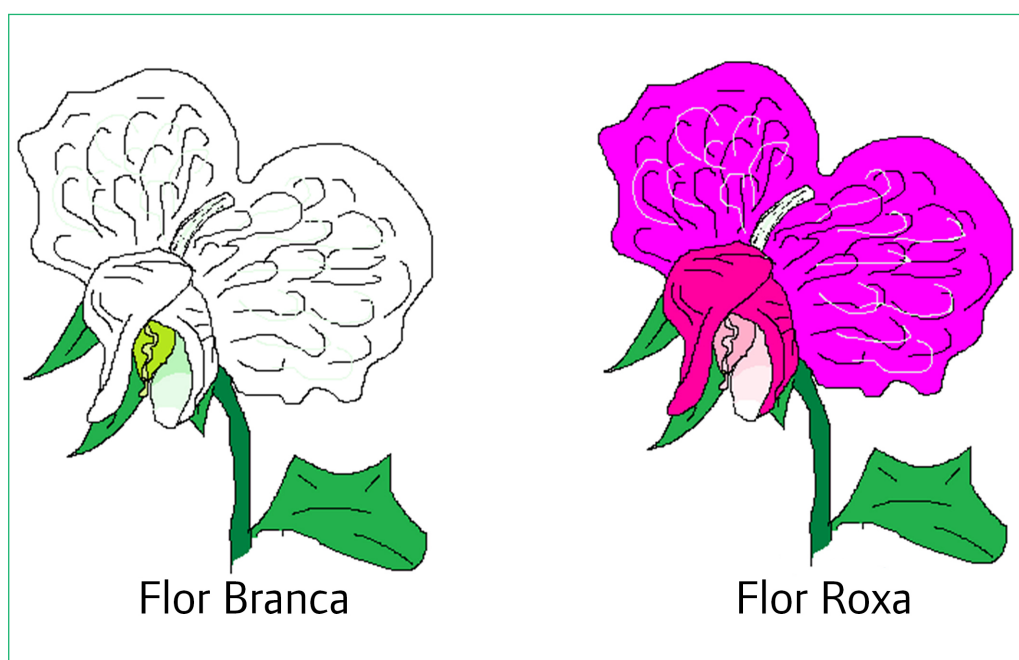
Rodrigo pensou um pouco sobre o assunto. Ele se lembrou do que a professora havia falado naquele dia mais cedo: “as características de um indivíduo dependem do que ele herda dos pais”. Então respondeu:

R: – Ah, claro! O jeito que o filho vai ser depende do que ele puxa do pai e da mãe. E aí dependendo de como acontece, ele vai ser loiro, moreno, careca ou cabeludo.

M: – É – disse Clébio – mais ou menos isso... Mendel, quer dizer, eu, segui essa linha, só que com plantas...

Pegando um papel e lápis que estava em cima da mesa, Clébio desenhou duas flores e lançou uma pergunta ao irmão.

M: – Meu caríssimo pupilo, está indo muito bem nas respostas. Agora lanço-lhe um desafio: você já deve saber que as plantas com flores se reproduzem como os humanos, sexualmente, certo? Então imagine um casal de flores, sendo uma branca, vinda de uma família só de flores brancas, e a outra roxa, de uma família só de flores roxas, vai ter filhos, muitos filhos! Qual seria a cor desses “bebês”?



Rodrigo pensou na situação e logo chegou a uma resposta óbvia para ele.

R: – Ora, os filhos terão as duas cores, alguns serão brancos e outros serão roxos.

M: – Esse seria um resultado esperado. Mas eu também queria saber quantas flores de cada cor nasceriam. Então note que quando te fiz a pergunta, eu disse que eram flores vindas de uma família que só tinha a mesma cor. Bem, num jardim, num campo, a gente vê que não é assim; uma espécie de planta produz organismos com diferentes cores de flores, tudo bem misturado. Eu precisava ter certeza de que cruzaria flores brancas puras com flores roxas puras. Então, eu tive uma ideia. Fiquei reproduzindo plantas de flores brancas entre si, por várias gerações, e descartando toda flor que nascesse de alguma cor diferente. Em um canteiro afastado, fiz a mesma coisa com flores roxas. Só parei quando, por várias gerações, já não apare-

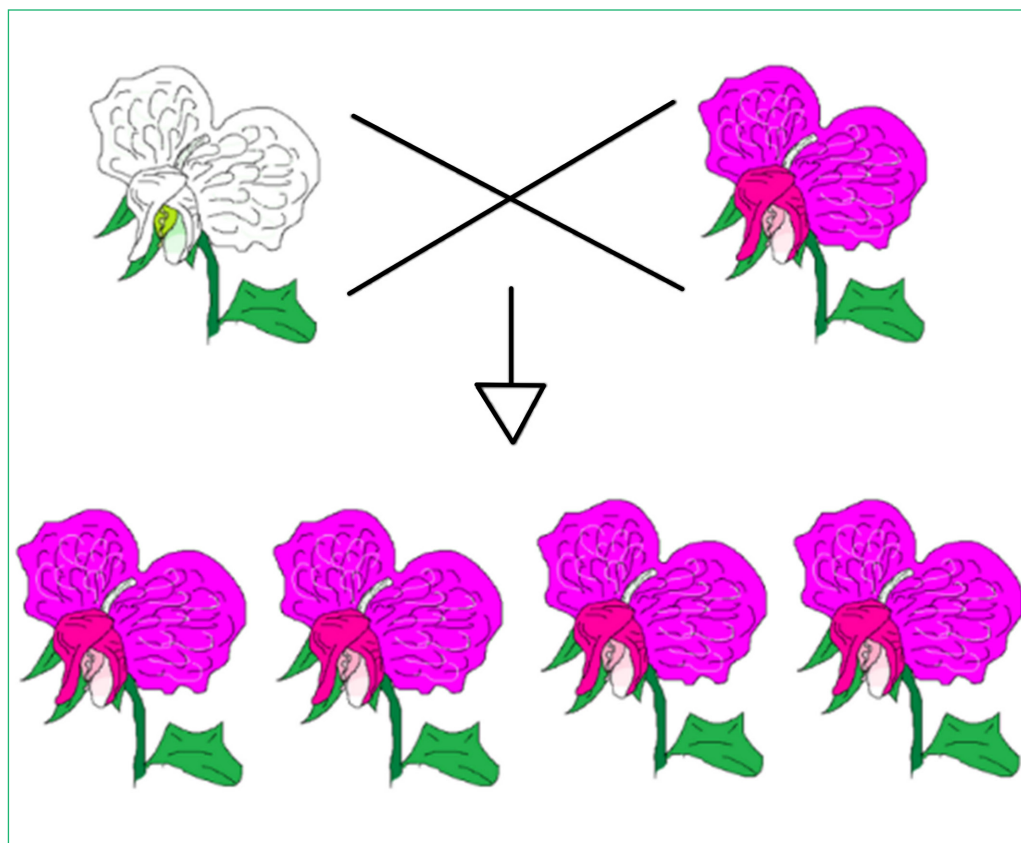
cia flor que não fosse branca, ou que não fosse roxa, em cada um dos dois canteiros. Sabe quanto tempo gastei fazendo esses cruzamentos? Dois anos, meu rapaz, dois anos. Só aí é que cruzei plantas de flores brancas com plantas de flores roxas. E aí, não sem alguma surpresa, encontrei que todas as plantas que nasceram eram de uma única cor: roxa!

Rodrigo olhou com cara de quem achava que o irmão estava louco.

R: – Mendel, com todo o respeito, o senhor tem certeza disso? Porque pensa bem: não é estranho a característica simplesmente sumir? Uma planta tem muitas flores e nem umazinha ser branca?

Com muita paciência Clébio continuou; ainda interpretando Mendel:

M: – É, pareceu estranho para mim também. O difícil é conseguir entender e explicar por que isso ocorre.



R: – Hm... Quer dizer então que esse é um dos grandes mistérios da ciência? Acho impressionante isso... Pensei que os cientistas tinham respostas para tudo na ponta da língua.

M: – Ah, não, jovenzinho. O trabalho do cientista é o de fazer perguntas e procurar respostas para elas. O cientista busca formas de explicar fenômenos e até mesmo aplicar esses conhecimentos novos na produção de tecnologias. E sempre há algo novo a ser explorado, a ser explicado. Tudo depende de olhar para o mundo com curiosidade, talvez a mais importante característica que um cientista desenvolve.

R: – Saber mais coisas novas? Só para aprender o que os cientistas já sabem, pensando bem, é preciso ter umas dez vidas!

M: – Sim, aprender coisas novas e também aprender novamente sobre a mesma coisa, porque o conhecimento científico muda, de tempos em tempos. Por exemplo, lembra que mencionei, que alguns estudiosos pensavam que o organismo feminino não tinha participação ativa na reprodução? Agora sabemos que não é bem assim.

R: – Ai, essas conversas profundas me deixam muito tenso. Já estamos no meio da tarde e ainda nem entendi por que a flor branca some...

Rodrigo se espreguiçou e esticou as pernas sobre a cama. Achava toda aquela conversa interessante, mas estava preocupado com o trabalho escolar. Quando parecia que estava entendendo, surgia algo novo para confundir. Ele torcia para o irmão conseguir ensiná-lo de verdade aquilo.

M: – Então vamos continuar, caro aluno. Para você pensar um pouco mais, diga-me: e se essas flores roxas, que nasceram do cruzamento entre a flor branca pura e a flor roxa pura inicial, fossem cruzadas entre si? Ou seja, se fosse feita uma autofecundação, com o pólen de uma flor fecundando a própria flor, nasceriam plantas com flores de que cor?

R: – Um momento. Vou pensar, porque aí tem pegadinha!

Clébio sorria ao ver o irmão tentar achar a resposta certa e ficou pensando em quantos cientistas já não passaram e passam pela mesma situação. Será que o irmão seria um cientista algum dia?

R: – Nesse caso não tem escapatória. As flores são todas de cor roxa, misturadas entre si, só podem produzir descendentes roxas.

M: – Ótimo raciocínio. Esse seria o resultado esperado. Mas, não foi isso o observado. Na verdade, nasceram plantas com flores brancas e plantas com flores roxas!

R: – Isso... Não faz o mínimo sentido! Quando se reproduzem duas plantas com cores diferentes de pétalas, sai uma cor só nos filhos. E quando só plantas com pétalas da mesma cor se reproduzem, saem descendentes de duas cores. Só pode ser brincadeira. Vamos, me explique isso antes que eu fique doido!

M: – Devagar! Estou prestes a revelar pra você o que foi que eu descobri!

Rodrigo estava muito curioso e se ajeitou novamente na cama, olhos grudados em cada movimento do irmão, que se abanava com uma folha, pois a roupa de monge o fazia sentir muito calor.

M: – Eu sabia, como todo mundo sabe, que na natureza, assim como numa família humana, características ancestrais voltam a aparecer entre descendentes distantes, na terceira ou quarta geração. Sempre se tentou entender como isso ocorria, mas nenhuma resposta parecia ser suficiente. O que eu imaginei então foi isto: tinha que existir alguma coisa, concreta, material, que fosse transmitida ao longo de uma família e que conecta os descendentes aos seus pais e avós.

R: – Mas o que poderia ser?

M: – Eu não tenho essa resposta, meu caro. Mas você pode concordar comigo que tem que haver alguma coisa, não? Tem que haver alguma coisa na planta que defina a cor de sua flor e essa alguma coisa só pode ter sido recebida dos pais. Como ainda não sei o que é, chamei essa alguma coisa de... fator.

R: – Então existiria um fator para originar flor branca e um para originar flor roxa?

Clébio se impressionou com a rápida conclusão do irmão e continuou.

R: – Muito esperto o senhor, dar um nome para uma coisa que tem que existir, mesmo que não saiba ainda exatamente o que é... Mas, espera aí. Isso não explica nada o que aconteceu, só piora! Se existe um fator para fazer a flor ser roxa, como é que flores roxas têm flores filhas de cor branca?

M: – Ah, meu rapaz, você tem futuro! Sabe fazer as perguntas que conduzem à procura de respostas. Sim, como é possível isso? O jeito que achei foi analisar os dois cruzamentos. No primeiro, flores brancas puras foram cruzadas com flores roxas e só produziram flores roxas, certo?

R: – Sim. Mas o que aconteceu com o tal fator branco? Foi passear na esquina?

M: – Eu gosto do seu humor, menino! Na verdade, se o fator reapareceu no segundo cruzamento, quer dizer que ele estava presente nos filhos do primeiro cruzamento, só que... dormente.

R: – Está tudo ainda mais esquisito agora!

M: – Então, lembra do que contei sobre o pensamento dos antigos? De que uns achavam que os filhos já estão pré-formados, no pai ou na mãe? Bem, eu acho que eles estavam errados. Acho que quando há o cruzamento, o filho se forma a partir de algo que recebe do pai e da mãe. No caso do primeiro cruzamento que fiz, os filhos receberam um *fator* para cor branca e um *fator* para cor roxa.

Rodrigo não se conteve e interrompeu:

R: – Mas se ele recebe os dois fatores, por que só aparece uma cor?

M: – Bem, o que imaginei foi que um fator ficou dormente e o outro, ativo. Quando ler o meu artigo, você verá que o caráter transmitido sem nenhuma ou pouquíssima alteração na hibridização, ou seja, no cruzamento da planta de flor branca com a planta de flor roxa, e vai constituir a característica do híbrido, eu passei a chamar

de dominante, enquanto o que se torna latente no processo, eu chamei recessivo. Deu pra entender?

R: – Eu entendi, sim! E já estou transformando em um filme na minha cabeça...

M: – Filme? O que é isso?

R: – Um filme, ah, deixa pra lá. Estou criando uma imagem do que você falou. Veja se faz sentido: imaginei uma floresta onde existem muitas árvores, a maior parte delas, enormes e algumas outras pequenas. Se eu sobre a floresta, saberia que existem esses dois tipos de árvores lá, mas, voando do alto, só veria as copas das árvores grandes, pois as pequenas ficariam escondidas sob elas; ou seja, as grandes dominariam a visão da floresta.

M: – Você é muito imaginativo, garoto! Essa é uma boa metáfora para deixar mais fácil de entender a minha ideia.

R: – Hm... Agora ficou mais fácil imaginar. Os dois estão lá, mas só um aparece... o outro fica tipo dormindo. E é por isso que as descendentes do cruzamento das flores brancas com as flores roxas foram todas roxas?

M: – É, como se fosse isso. Esse fator que não se expressa, no caso, a cor branca da flor, que eu denominei *recessivo*.

Rodrigo e Clébio sorriram ao mesmo tempo, as ideias estavam fluindo entre eles e ainda havia alguns detalhes a trabalhar, então Clébio-monge retomou:

M: – Muito bem rapaz! Estou muito orgulhoso desse meu aluno particular!

R: – Que bom, mas ainda ficou a questão no ar: por que no segundo cruzamento, a autofecundação, a prole é tanto branca quanto roxa? Não deveria aparecer apenas uma cor só também?

Clébio percebia a angústia do irmão e já ia começar a falar quando o telefone tocou. Era o amigo Roberto combinando horário para fazer um trabalho. Rodrigo aproveitou o momento para observar os desenhos do irmão e tentar descobrir a resposta, antes que o Mendel entrasse em cena novamente.

Capítulo 4 - Em cena, os números!

O professor monge se despediu do colega ao telefone e recomeçou as explicações. O irmão mais novo parecia estar bem envolvido, nem percebeu que havia perdido a hora do seu desenho favorito.

M: – Vamos dar nomes e fazer alguns desenhos sobre os fatores. Você é bom em matemática?

R: – Razoável, mas isso não tem nada a ver com o que você está me explicando, certo?

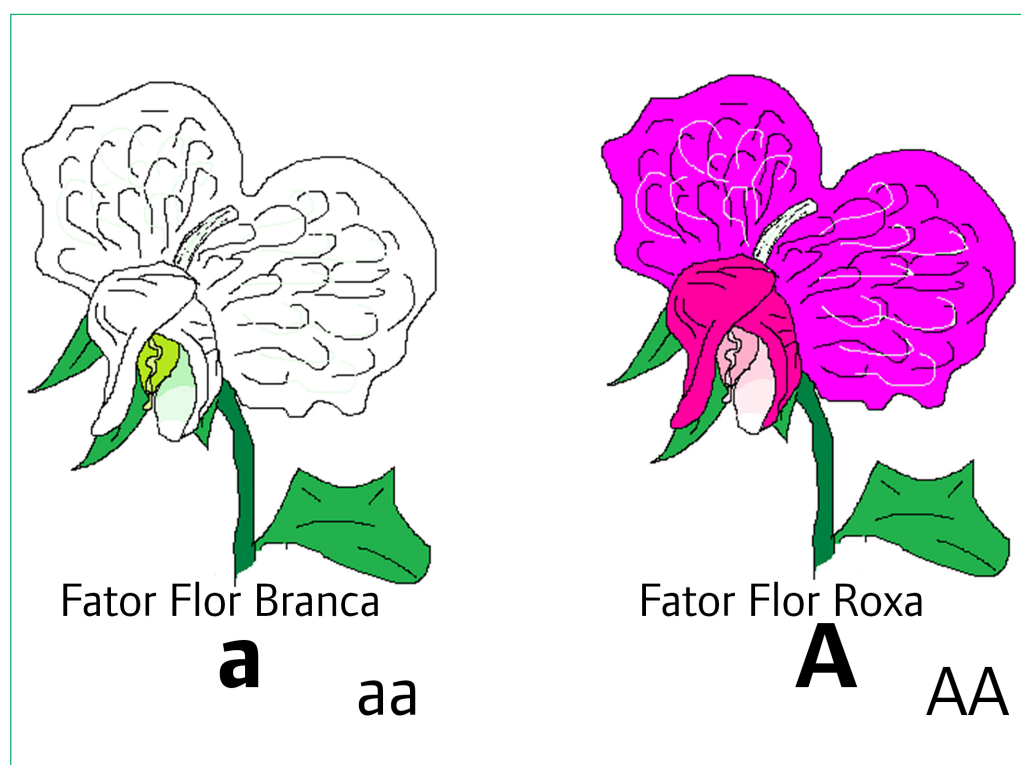
M: – Só um pouquinho, hehehe.

Rodrigo não gostou muito dessa parte. Se entender uma matéria já era difícil, imagina se misturasse duas!

M: – Olha só esse desenho de novo: uma flor branca e uma flor roxa. Quais vão ser os fatores delas?

R: – A branca com o fator flor branca, e a roxa com o fator flor roxa.

M: – Isso, para simplificar, vamos chamar o par de fatores da flor branca de aa e o par de fatores cor roxa de AA , ok?



Rodrigo consentiu balançando a cabeça, então o animado Mendel continuou:

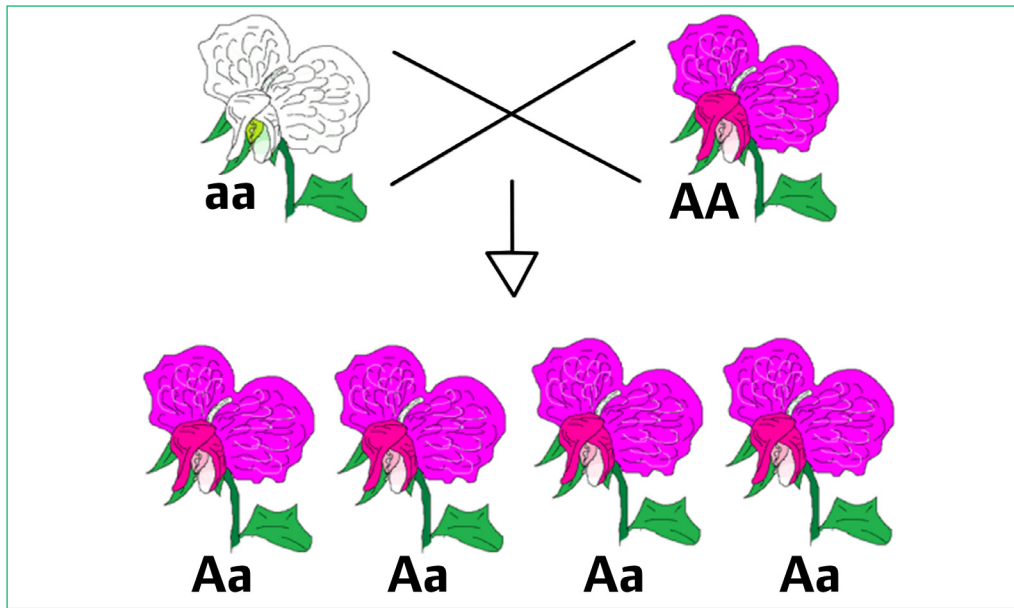
M: – Agora segue o raciocínio. Em um cruzamento de plantas, a descendente recebe um fator do pai e um da mãe.

R: – Mas como você disse, só uma cor vai aparecer, a que estiver relacionada ao fator dominante.

M: – E observando, se a primeira geração, essa que surgiu do cruzamento inicial, só possui flores roxas, qual será o fator dominante?

R: – Ah! Essa eu sei! O roxo! Digo, o fator cor roxa, representado por A !

M: – Perfeito Rodrigo!



Rodrigo nesse momento quase levantou da cama de tanta empolgação. Tudo começava a fazer sentido, mas ainda havia outros pontos a trabalhar.

M: – Agora, lembra que do autocruzamento das flores roxas surgiram flores roxas e brancas?

R: – Sim, sim.

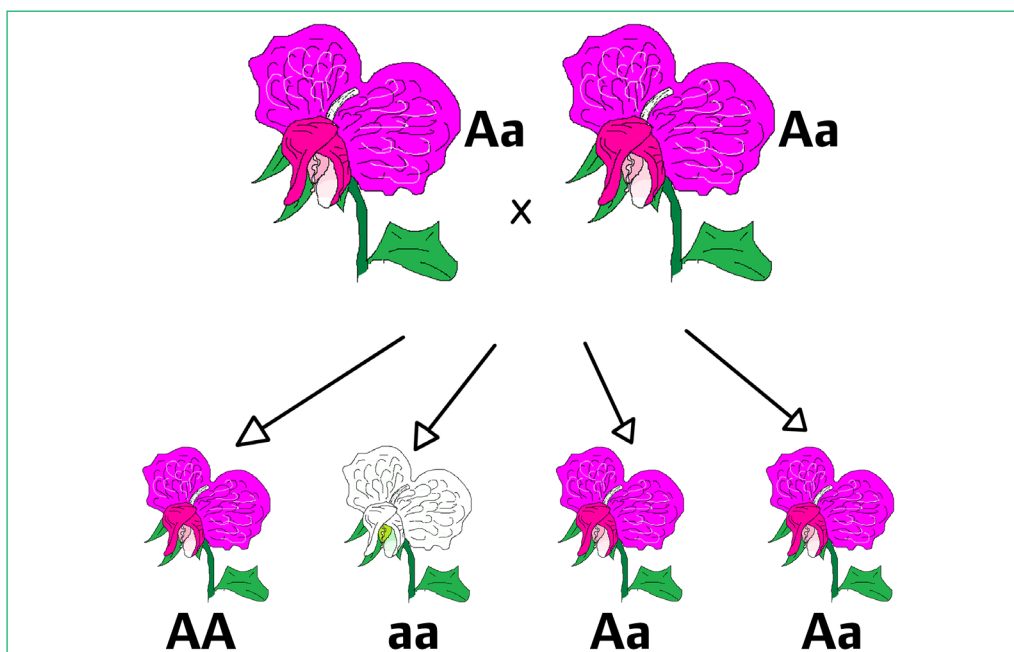
M: – Olhando esse esquema você consegue formular uma explicação para isso?

R: – Hm...Nesse caso é só uma flor, então os filhos só vão receber os fatores dela..., mas aparece flor branca...

Percebendo que Rodrigo estava confuso, Clébio continuou com seus desenhos e explicações.

M: – Olha, Rodrigo, você tem razão, os filhos só irão receber fatores dessa flor roxa, mas acontece um cruzamento de fatores também. Como a mesma flor vai ser a mãe e o pai, o filho tem a probabilidade de receber diferentes pares de fatores, sendo um da parte feminina e um da parte masculina. Veja bem:

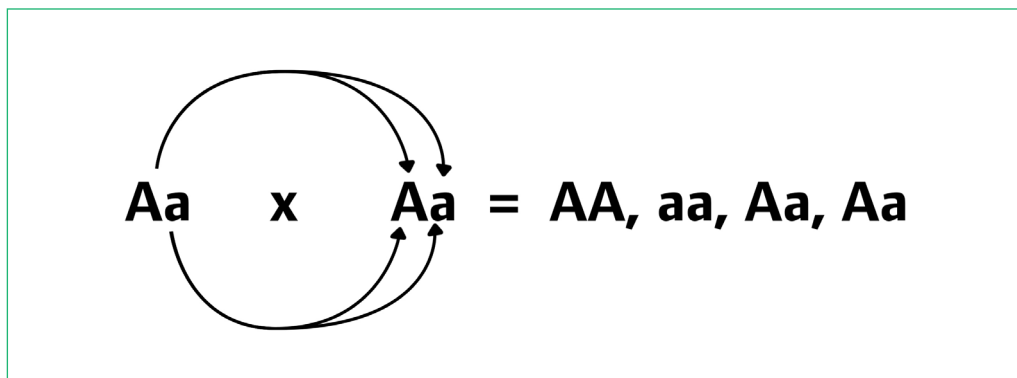
M: – O que eu fiz foi realizar as combinações possíveis entre esses fatores e interpretar o



resultado. Nesse caso, a flor roxa originária do cruzamento inicial tem a cor definida pelo conjunto de fatores Aa . Então ela multiplicada por ela mesma vai ser $Aa \times Aa$. Lembra da propriedade distributiva?

R: – Ah sim, vou multiplicar todos os termos entre si, não é isso?

M: – Exatamente. Olha os resultados: AA , Aa , Aa e aa .



R: – Hm... E o que isso significa?

M: – Para cada flor que nasce eu tenho quatro possibilidades: três em que aparece o fator A , que é para cor roxa, e um em que só tem a . Como o fator A é o dominante, sempre que ele aparecer, a flor será roxa.

R: – Em três dos casos então: AA , Aa e Aa , a flor será roxa.

M: – Isso. E, olha, esse aa vai originar a flor branca.

R: – Hm... Então o a , que é o fator para flor branca sempre esteve presente em todas as flores, só não era expresso porque estava junto com o A , que é dominante?

M: – Isso mesmo. Viu? Não é tão maluco quanto parece.

R: – Sabe, até que isso tudo é legal.

M: – Uhum. E ainda tem mais. Sabia que essas quantidades de flores brancas e roxas não são aleatórias?

R: – Como assim?

M: – Bom, a quantidade de flores roxas e brancas que surgem não é mero capricho do acaso. Existe uma relação entre elas.

R: – E como é que você percebeu isso?

M: – Com meu experimento! No mosteiro durante os últimos oito anos plantei e medi diversas características em diversos pés de ervilha. Os outros monges já não aguentavam mais comer sopa de ervilha.

R: – Não acredito! Você passou oito anos só plantando ervilhas? Não tinha mais o que fazer?

M: – Olha o respeito, rapaz. Claro que eu tinha várias obrigações, mas também tinha tempo para me dedicar aos cuidados do jardim e das questões sobre herança de características o que, aliás, foi uma das tarefas que meu querido tutor, o abade Franz Napp me ordenou.

R: – Então você era o jardineiro?

M: – Sim, pode-se dizer que sim. Mas enquanto eu cuidava dos pomares do mosteiro, aproveitei uma parte do terreno que estava vazia para plantar as ervilhas e fazer meu experimento.

R: – Ué, se você já cuidava de um pomar inteiro, por que quis usar as ervilhas ao invés das outras plantas que já estavam lá, plantadinhas?

Clébio se levantou e foi até a mesinha buscar o livro que havia dado para o irmão ler antes de a brincadeira começar. Abriu em uma página onde havia um desenho de um pé de ervilha e uma foto de sua flor para mostrar a Rodrigo.

M: – Porque a ervilha se reproduz rapidamente, em 70 dias ela já cresce e se reproduz. Como eu precisei fazer muitas medidas, era importante escolher uma espécie de rápido ciclo de vida. Outro motivo é que a ervilha realiza autofecundação quase sempre, olha só o desenho da flor dela, em tamanho real, ela é bem pequenininha, não passa de dez centímetros.

R: – Hm... Estou vendo, o pólen fica bem pertinho do estilete, seria quase impossível o próprio pólen não a fecundar.

M: – Isso mesmo, vejo que aprendeu bastante sobre a reprodução das plantas com flores, meu rapaz! Meu maior trabalho foi controlar isso nos casos em que eu não desejava o autocruzamento, como na produção da primeira geração. Tive que realizar uma reprodução artificial, cortando os estames das flores e introduzindo manualmente o pólen com um pincel.

R: – Reprodução programada em plantas, nunca tinha pensado nisso.

M: – E já é algo mais antigo do que você imagina! Desde antes dos egípcios já eram realizadas essas seleções sexuais para criar plantas com características mais interessantes ao homem. E o uso das ervilhas nesses experimentos também não é novidade. Thomas Knight, um inglês, já havia publicado experimentos de hibridação com ervilhas. Foi ele quem sinalizou esses pontos positivos do cultivo dessa espécie.

R: – Interessante. Mas então, qual é essa relação que você achou?

M: – E você acha que vou te contar? Descubra sozinho, você consegue!

R: – Como vou fazer isso? Há algumas horas eu nem sabia direito quem era você!

M: – Isso foi um pouco ofensivo, mas tudo bem, sem ressentimentos. Veja aqui nessa folha. Essas foram as sete características estudadas por mim. Plantei ervilhas para verificar a ocorrência de cada uma delas, foram mais de mil pés de ervilhas!

Rodrigo olhou as informações do seu professor particular, mas não percebeu logo qual era a relação entre os números.

Característica	Quantidade de características manifestadas		Total
	Caule longo	Caule curto	
Comprimento do caule	787	277	1064
Posição das flores	Axial	Apical	858
	651	207	
Cor da vagem não madura	Verde	Amarela	580
	428	152	
Forma da vagem	Intumescida	Constrições	1181
	882	229	
Cor das flores	Flor violeta	Flor branca	929
	705	224	
Cor do endosperma	Amarelo	Verde	8023
	6022	2001	
Forma da semente	Lisa	Rugosa	7324
	5474	1850	

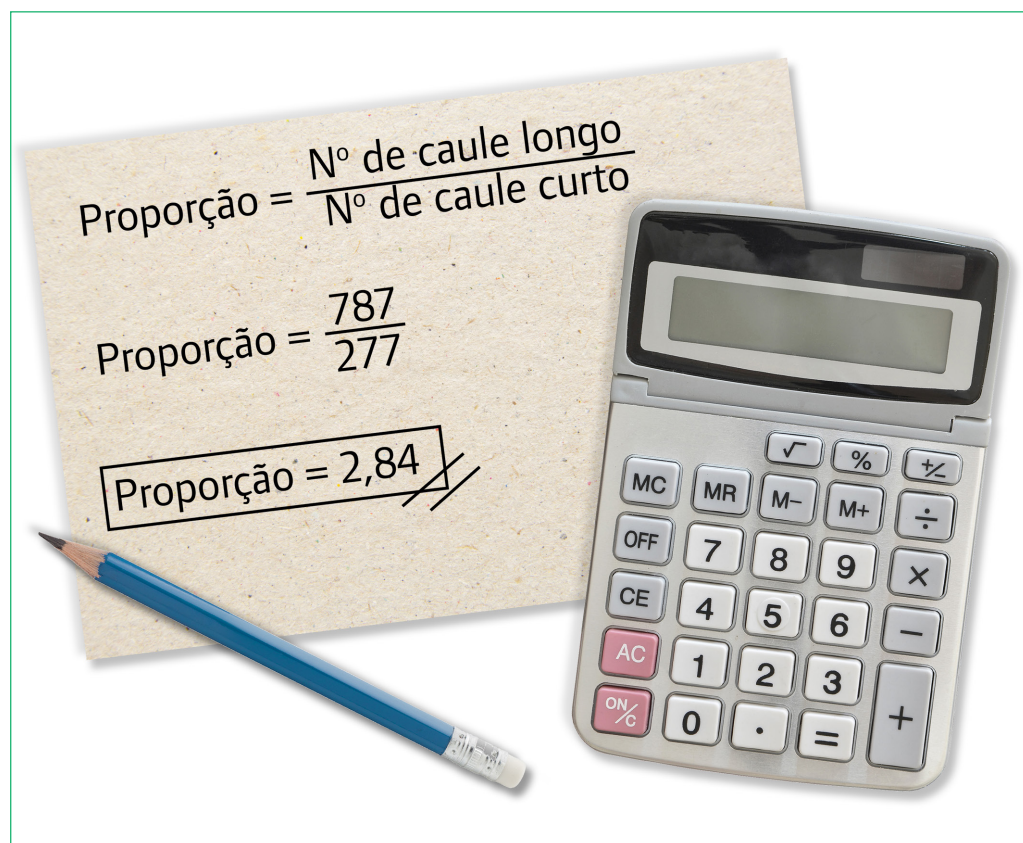
R: – Mendel, ainda não entendi a relação...

M: – Vou te dar uma dica: faça a proporção entre o aparecimento de cada característica e veja o que acontece. Por exemplo, nesse primeiro caso, o comprimento do caule: 787 plantas tinham caule longo e 277 tinham o caule curto. Agora calcule a proporção dessa situação, você se lembra como faz?

R: – Claro, não sou tão esquecido. Basta dividir um pelo outro. Nesse caso, 787 dividido por 277 vai dar...Cadê minha calculadora?

Rodrigo pegou a calculadora na mochila, fez a conta e deu a resposta ao irmão.

R: – 2,84.



M: – Parabéns! Agora continue com as outras características e me diga o que acha...

Após realizar os cálculos de proporção para toda a tabela do “irmão Mendel”, Rodrigo olhou os resultados e se surpreendeu com o que viu. Começava a pensar que Mendel realmente havia feito uma descoberta brilhante, mas não entendia por que o monge pensou naquilo e, os outros pesquisadores, não. Afinal, apesar de sempre falarem sobre a importância de Mendel para o estudo da herança, o que ele fez não parecia algo mirabolante, que necessitasse de grandes aparatos tecnológicos ou conhecimentos não existentes naquele tempo – ao menos ele achava

que todo mundo da época de Mendel sabia o básico da matemática. Mas, antes de poder comentar qualquer coisa, o Clébio-Mendel se levantou.



M: – Um momento, meu querido pupilo, as forças da natureza me chamam. Depois de tanto suco da sua mãe, preciso dar uma passadinha no banheiro.

Capítulo 5 - Pensando diferente

Enquanto Clébio foi ao banheiro, Rodrigo sentou-se na sala pensando sobre aquela proporção. Quando Clébio retornou, o irmão foi logo perguntando:

R: – Então, quer dizer que a grande inovação foi essa proporção que você achou?

C: – Isso mesmo! Não é fantástico? As características aparecem, aproximadamente em uma proporção de 3 para 1. O que significa dizer... – disse Clébio, sendo ele mesmo.

R: – Que para cada 3 características dominantes que aparecem, será manifestada uma recessiva. – Completou Rodrigo.

C: – Que bom que já percebeu isso!

Após um breve silêncio, Clébio disse:

C: – Foi uma grande caminhada científica até esse ponto. Imagina quanta pesquisa, quanta gente se envolveu nessa história toda, algumas trouxeram grandes contribuições antes mesmo de Mendel nascer. Por exemplo, Koelreuter foi um hibridizador que morreu em 1808 e trouxe a ideia de que é necessário um gameta masculino e outro feminino para uma planta se reproduzir, como a gente falou mais cedo. Essa teoria foi muito importante para o trabalho de Mendel, que partia do princípio de que a formação das características dos descendentes dependia de fatores herdados dos dois sexos.

R: – Incrível como as coisas se conectam, não é, Clébio? Será que se essas pessoas não tivessem nascido, teríamos todo o conhecimento que temos hoje?

C: – Não sei, Rodrigo, talvez outras pessoas chegassem às mesmas conclusões. Mas é bem verdade que as coisas seguem

um ritmo compassado, como aprender a dançar. Primeiro, aprende-se um passo, depois outro, e depois estamos até inventando passos novos. E, na ciência estamos sempre desafiando o que já sabemos, e por meio de uma nova ideia, da elaboração de um novo aparato experimental, da imaginação, de uma nova observação, logo surgem novas teorias para explicar a natureza.

R: – É... Verdade...

C: – Ah, lembrando, o Thomas Knigh, que falei lá no quarto, ele viveu antes de Mendel e descreveu as vantagens de utilizar ervilhas para estudos de herança de características, como o fato de ter um ciclo de vida, do nascimento à fase de reprodução, relativamente curto e ser de fácil cultivo. E mais: o Koelreuter que também citei antes havia notado e publicado, antes de Mendel, sobre o reaparecimento de características na segunda geração de híbridos, sem surgimento de novas espécies. Se você parar para pensar, foi quase o que Mendel fez, só que o monge interpretou as informações de uma forma diferente indo além das fronteiras traçadas até aquele momento.

Nessa hora Clébio parou e observou que Rodrigo possuía um ar de descontentamento no rosto.

C: – Depois de toda nossa conversa, você parece incomodado com algo. O que foi?

R: – Não estou desmerecendo o trabalho de Mendel, mas... algo tão simples como esse cálculo de proporção não foi realizado por ninguém antes dele? Por quê?

C: – Pois saiba que não é tão simples assim! – Na época de Mendel os biólogos, que ainda eram mais conhecidos como naturalistas, não tinham o costume de envolver a matemática em seus estudos. Mendel foi ousado e inovou ao aliar as duas ciências.

R: – Mas se não era habitual misturar as contas com as plantas, de onde Mendel tirou essa ideia?

- C:** – Ah, sim. Isso é que é bacana perceber quando se estuda a história da ciência, tentar descobrir de onde vêm as ideias. A melhor pista é seguir os estudos que ele fez, especialmente os estudos na faculdade. Sabia que ele estudou física? Inclusive, um de seus professores é bem conhecido e provavelmente você já ouviu falar dele nas aulas de Física: Cristian Doppler.
- R:** – Doppler? Do Efeito Doppler?
- C:** – Isso mesmo.
- R:** – Ué, mas se ele estudou física na Universidade, como foi parar nos estudos em botânica, com ervilhas?
- C:** – Ai... Se eu me lembro bem, ele já tinha contato com a prática do cultivo de plantas desde criança, pois cresceu em um ambiente rural. Na escola, durante a educação inicial, aprendeu também sobre o cultivo de plantas. Daí ele estudou um bocado, numa vida meio difícil, afinal o dinheiro para ele sobreviver era curto. Por fim, ele foi para o monastério, sob os cuidados do abade Franz Napp, acho que tem uma imagem dele nesse livro que eu te dei. Napp estimulou Mendel nas questões sobre Botânica, e o incumbiu de cuidar do jardim do monastério. Daí foi só juntar o útil ao agradável.
- R:** – Então quer dizer que ele foi incentivado a fazer uma pesquisa *científica* dentro do monastério?
- C:** – Exatamente.
- R:** – Mas eu sempre pensei que os mosteiros fossem lugares sombrios, com um monte de religiosos, sem espaço para ciência...
- C:** – Esse é um equívoco que comumente é repetido. Por muitos séculos, durante a maior parte da Idade Média, quase todo o conhecimento produzido provinha dos mosteiros, da Igreja. E quando se deram as origens das ciências modernas, lá pelos séculos XVI e XVII, alguns mosteiros, nos quais havia mentes mais abertas, foram feitos estudos como os de Mendel. Claro que ele precisava cumprir as obrigações religiosas, mas também tinha tempo para se dedicar à pesquisa, com acesso a livros e sociedades científicas que discutiam temas relacionados ao cultivo das plantas.
- R:** – Então ele não era um gênio isolado do mundo?
- C:** – De maneira alguma! Ele era bastante ativo na sociedade, tinha acesso a pessoas que, como ele, queriam avançar o conhecimento sobre o cruzamento de plantas, tão necessário para aprimorar a agricultura e o modo de vida das pessoas. Mendel lia textos sobre as pesquisas anteriores com as plantas, e muito mais, eu suponho.
- R:** – É, isso me faz pensar sobre os cientistas... Acho que no final das contas, eles são pessoas tão normais quanto nós, só que mais inteligentes. Aposto como ele entrou na faculdade de primeira e não teve dificuldades para achar emprego nem nada.
- C:** – Aí é que você se engana. Na verdade ele teve um pouquinho de dificuldade sim. Os biógrafos dele contam que ele era um bom aluno, mas ficava muito nervoso ao fazer provas. Assim, teve que prestar mais de uma vez o exame que o habilitaria a ser professor. Contam também que, além disso, enfrentou outros problemas pessoais para receber o diploma, e não só por não ter tirado boas notas em algumas provas.
- R:** – Caracas, esse Mendel é o cientista mais... Hm... Normal que eu já ouvi falar. Era pobre, teve dificuldades na escola, conhecia muita gente... Bem diferente do Spock e o Jimmy Neutron.
- C:** – Isso porque ele é um cientista na vida real. Aliás, outro fator importante que impulsionou a pesquisa dele foi a época e o local onde viveu.
- R:** – Como assim?
- C:** – Na época dele, a agricultura era muito importante para a sobrevivência das famílias. Como eu já disse, ele mesmo vem de uma família camponesa. Então entender como as plantas funcionam era importante para melhorar as técnicas e culturas agrícolas.

R: – Hm... Então a pesquisa dele também foi importante para as outras pessoas que não eram cientistas.

C: – Isso mesmo, apesar de que demorou um tempo para que as pessoas percebessem a importância do que ele escreveu. Isso só aconteceu depois da morte dele, quando outros cientistas que tentaram fazer o mesmo que ele, descobriram o artigo que ele publicou e então divulgaram para o mundo.

R: – Pobre Mendel, nem soube que era famoso. Mas esse foi o único experimento que ele fez?

C: – Não, não. Ele também mexia com meteorologia desde a faculdade e na verdade era mais conhecido pelos estudos meteorológicos do que pela botânica.

R: – Assim como você, não é? Toca guitarra tão bem, mas é mais famoso como cestinha do time de basquete da faculdade.

C: – É, mais ou menos assim. Só que Mendel acabou desistindo dos trabalhos com híbridos porque quando foi tentar achar a mesma proporção com outra espécie de planta, não deu certo, porque a forma como elas se reproduziam e como os fatores eram herdados seguia uma lógica um pouco diferente, e ele não sabia disso. Já eu, não vou desistir de tocar guitarra e nem de aprender a tocar teclado.

R: – Isso mesmo Clébio, determinação! Mas *perai!* Quer dizer que os resultados que Mendel achou não valem para outros casos?

C: – Atualmente sabemos que valem sim, para alguns outros casos, mas não para todos os tipos de herança. De qualquer forma, Mendel foi muito cuidadoso e escreveu claramente que os resultados que achou eram válidos para ervilhas apenas.

R: – Legal. Ele era bem detalhista hein?

C: – Uhum. Mas também, na Física já existia essa mania de exatidão, mexer com números e essas coisas, como calibrar

equipamentos. Junte a isso a experiência dele com meteorologia, em que as informações também necessitam um alto grau de precisão. Ele ficou muito bem treinado em perceber detalhes e escrever de forma cautelosa.

R: – Verdade. Mas eu ainda tenho uma pergunta ao Mendel. Depois quero descansar. Está quase na hora da reprise de Star Trek e eu não quero perder. É nesse episódio que o Spock vai ter uma namorada.

C: – Tudo bem, vamos voltar ao Mendel. Mas bem que você poderia melhorar um pouquinho seu gosto televisivo e assistir Star Wars, que é muito mais emocionante.

R: – Vou fingir que nem ouvi isso para não alongar essa discussão.

Então o jovem monge reapareceu em um último ato da longa tarde entre irmãos:

C: – Queira desculpar-me pela soneca, meu caro aluno Rodrigo, estou cansado. Minha saúde sempre foi frágil.

R: – Tudo bem Mendel, só queria saber mais uma coisa. Tá certo que você disse que a proporção é de *aproximadamente* três para um. Mas lá no jardim da dona Maura, que dá pra ver aqui pela janela, tem oito pés de ervilhas. Seguindo esse raciocínio, seis pés deveriam ter flor roxa e dois, flor branca, mais ou menos. Só que, olha lá, tem sete com flores roxas e só uma com flor branca. Ou você fez umas contas erradas aí ou a natureza está doida, e eu prefiro acreditar que o erro está nos cálculos.

Mendel ficou impressionado com a audácia do menino em dizer que ele talvez estivesse errado. Mas sabia que era comum as pessoas pensarem assim ao comparar as informações do seu experimento com observações casuais, de pequenos grupos de plantas.

C: – Você estaria certo se não estivéssemos falando de probabilidade. Isso quer dizer que os valores de proporção que encontrei só são percebidos quando temos um

número muito grande de indivíduos no experimento. Com poucas amostras como no caso do jardim, não dá para chegar à conclusão dos 3 para 1.

R: – Bem interessante, mas confunde um pouco a mente. Acho que só porque ainda não estou muito acostumado a pensar tanto sobre o que aprendo.

C: – Aos poucos você se acostuma. Bom, meu jovem, agora vou indo. Tenho ainda que cuidar de algumas atividades do mosteiro. Espero que tenha apreciado essa tarde de estudos e que possamos nos reencontrar algum dia.

R: – Tenha certeza de que aprendi muito hoje! Se depender de mim, teremos outros encontros tão instigantes quanto esse. Muito obrigado Sr. Mendel, você foi muito paciente comigo.

C: – Apenas cumprindo meu dever como professor! Até mais!

R: – Até!

E assim eles deram por encerrada a brincadeira. Rodrigo sentia-se feliz por ter passado a tarde com o irmão e ainda ter estudado de forma tão agradável.

R: – Poxa Clébio, valeu mesmo por ter me ajudado! Tenho tanta coisa para escrever sobre Mendel e as ervilhas que nem sei se vai caber em duas páginas apenas. Nem sei como agradecer.

C: – É, agora é com você resumir tudo isso para entregar à professora. Agora vou tirar essa bata que me deixou com muito calor e tomar um bom banho.

R: – Beleza! Semana que vem tenho que entregar um trabalho de física, sobre Copérnico e Ptolomeu. Será que você pode me dar uma ajudinha como essa?

C: – Vou pensar no seu caso. Sobre me agradecer... as louças da semana seriam minhas, mas agora ficam para você. Afinal, um monge também precisa de descanso.

Rindo baixo, Clébio entrou no banheiro para se refrescar enquanto Rodrigo estava na sala arrependido por falar que não sabia como agradecer. Logo mudou de expressão, valia a pena lavar as louças para o irmão, afinal, ele tinha certeza de que garantiria uma boa nota em ciências quando entregasse o trabalho.

“Espaço. A fronteira final. Essas são as viagens da nave estelar Enterprise...”

R: – Já está começando! Depois desse episódio vou terminar meu trabalho. Tenho certeza de que a professora vai gostar, ainda mais quando souber que conversei pessoalmente com o Mendel!

Rapidamente Rodrigo se envolveu com a série que passava na TV, deixando para mais tarde a tarefa de reduzir para duas páginas a longa história da tarde. Foi uma boa viagem no tempo aquela semana, mas em breve, ele e o irmão iriam embarcar em outras aventuras do mesmo estilo. Mas isso é outra história!

