

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL
PROFBIO**

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani

**Criação de um almanaque com histórias em quadrinhos e atividades
diversificadas para o ensino de genética mendeliana**

Juiz de Fora

2024

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani

**Criação de um almanaque com histórias em quadrinhos e atividades
diversificadas para o ensino de genética mendeliana**

Trabalho de Conclusão de Mestrado –
TCM, apresentado ao Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em
Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de
Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Juiz de Fora/JF, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Moreira de Macêdo

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Eulalia Dessupoio Cipriani , Juliana.

Criação de um almanaque com histórias em quadrinhos e atividades diversificadas para o ensino de genética mendeliana / Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani . -- 2024.

157 p.

Orientadora: Moreira de Macêdo Simone

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Atividades lúdicas. 2. Biologia. 3. Ensino de genética. 4. Aplicativos digitais. I. Simone , Moreira de Macêdo, orient. II. Título.

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani

CRIAÇÃO DE UM ALMANAQUE COM HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ATIVIDADES DIVERSIFICADAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA.

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração Ensino de Biologia.

Aprovada em 25 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Simone Moreira de Macêdo - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Michele Munk Pereira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Roberta Botelho Ferreira

NGPR - Núcleo Pedagógico Regional - SRE/JF

Juiz de Fora, 22/02/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Moreira de Macedo, Servidor(a)**, em 25/03/2024, às 17:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michele Munk Pereira, Servidor(a)**, em 26/03/2024, às 09:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

09/04/2024, 18:05

SEI/UFJF - 1715377 - PROPP 01.5: Termo de aprovação



Documento assinado eletronicamente por **Roberta Botelho Ferreira, Usuário Externo**, em 26/03/2024, às 23:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1715377** e o código CRC **8E41848B**.

Dedico este trabalho ao meu pai: Júlio Maria Dessupoio, que faleceu durante o curso e foi um grande incentivador dos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu pai: Júlio Maria Dessupoio, que foi um grande incentivador em minha vida e mostrou-me desde criança a importância da valorização do estudo. Graças a persistência dele, ingressei no mestrado. Ele, como ninguém, expressava de forma genuína, com alegria, cada uma das minhas conquistas. Sinto profundamente sua perda e também a perda de várias outras pessoas que foram levadas pela pandemia da COVID19.

Agradeço a minha mãe: Maria da Glória Villanova, que me incentivou, de um jeito diferente, mas sempre original, autêntico, como só ela sabe ser. Amo você imensamente.

Agradeço ao meu marido Fabiano (Fubá), que foi a pessoa que mais dedicou paciência, atenção e amor a mim durante o curso. Eu me casaria com você milhares de vezes! Obrigada por existir em minha vida, amo-te!

Agradeço aos meus filhos Sarah e Arthur que foram as melhores realizações da minha vida. Quando olho para vocês sinto orgulho, amor e sentimento de que valeu a pena viver para tê-los. Amo vocês mais que tudo nesse mundo.

A minha irmã Lilian e as minhas sobrinhas Isabela e Pietra que encantam a minha vida; fazem ela ser melhor e mais feliz, obrigada por existirem, amo vocês!

A minha fonte de carinho diário: Luna! Meu amor de quatro patas, que me acompanhou estudando, escrevendo, rindo e chorando diversas vezes, sempre ao meu lado.

As minhas amigas de vida e de trabalho Talitha e Roberta, que foram parceiras e cúmplices, dedicaram atenção a mim durante toda a caminhada do curso. Aos amigos Gabriel e Josi que fazem parte da minha história de vida e me fortalecem sempre.

Aos alunos, professores, supervisores, diretores e funcionários da Escola Estadual Duque de Caxias em Juiz de Fora - MG.

Aos meus alunos do ensino médio que tiveram dedicação, paciência e cuidado na execução colaborativa deste projeto; sem vocês nada disso seria possível. Um agradecimento especial por terem me atendido com carinho em todas as vezes que pedi para consertarem os trabalhos a fim de que tudo ficasse ainda mais bonito, valeu a pena o esforço.

À minha orientadora e professora: Dra. Simone Moreira de Macêdo pela dedicação, auxílio e paciência na condução deste trabalho e também por todos os AASAs que executamos juntas. Sua persistência me fez compreender a importância do ensino investigativo e hoje, esta estratégia pedagógica, é uma realidade na minha docência.

À coordenação do PROFBIO-UFJF/JF representado pelas professoras: Dra. Danielle Aragão e Dra. Ana Eliza. Aos professores que se dedicaram com afinco ao curso, meu muito obrigada.

Aos professores Dorival Filho, Carlos Francisquini, Samuel Cunha, Guilherme Goulart, Andrey Freire e o canal VideoCederj que disponibilizam aulas gratuitas de alta qualidade no *YouTube* para que muitos outros alunos brasileiros possam compreender a biologia maravilhosa como ela é.

À todos meus amigos de curso: Abraão Calderano (amigo de coração), André Machado, Adelberto (Beto), Carlos Rafael, Elizangela (Lili), Fabrício Franco, Fernando Silva, Gerson (Gersão), Ingrid Oliveira, Ivan Lúcio, Joana Ferreira, José Fernando Millane (o cavalheiro gentil da sala), Juliana Ávila (a pessoa mais bem humorada da turma), Letícia Andrade (Lelê), Luciana Bassoli (Lu), Matheus Sebastião, Natália Ferrante, Priscilla Paes (junto com Alice), Rafael Machado, Tadeu Azevedo. Jamais me esquecerei de vocês!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RELATO DA MESTRANDA SOBRE O PROFBIO

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Mestranda: Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani

Título do TCM: Criação de um almanaque com histórias em quadrinhos e atividades diversificadas para o ensino de genética mendeliana.

Data da defesa: 25/3/2024

O mestrado em Ensino de Biologia - PROFBIO, oportunizou meu regresso à vida acadêmica, depois de mais de uma década exercendo a profissão como professora na rede pública e particular em Juiz de Fora. O curso fez com que eu me redescobrisse como estudante, como profissional e como humana, agregando conhecimentos, inclusive, na minha vida pessoal.

O convívio com os colegas de curso foi algo grandioso, juntos dividimos experiências, exercemos empatia. A harmonia esteve presente em nossa turma. Lamentei a saída de colegas que ficaram pelo caminho ao longo das qualificações, espero que eles concluam o mestrado em breve.

As atividades didáticas do programa coincidiram simultaneamente com meu trabalho docente em três estabelecimentos de ensino. As exigências das atividades a cumprir, as atribuições do trabalho e da vida pessoal, foram desafios intensos para mim. Nesse contexto, pude ser professora, aluna, mãe, amiga, filha e mulher ao mesmo tempo. Acredito que essa experiência multifacetada agregou mais do que somente conteúdos biológicos, me ensinou um novo jeito de viver e entender meus alunos.

As quatro desafiadoras qualificações, o temor de não conseguir alcançar as metas, as perdas emocionais pessoais e a persistente falta de recursos na escola pública, foram problemas que tiveram que ser enfrentados para chegar ao final com o sentimento de ter cumprido o objetivo proposto: permitir que eu e meus alunos conseguíssemos produzir um almanaque, usando a criatividade e os conhecimentos adquiridos nas aulas. Deu certo! O produto existe! Obrigada, alunos, professores (em especial à professora Dra. Simone), CAPES, UFJF, amigos e família! Nós chegamos juntos até aqui.

"Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto"

(Carl Sagan)

RESUMO

No ensino médio enfrenta-se uma grande dificuldade que é fazer com que os alunos sejam sujeitos ativos no aprendizado, isso porque as metodologias tradicionais, que são comumente aplicadas, geralmente envolvem aulas onde o professor é o protagonista do processo. Este cenário, nem sempre favorece o ensino de assuntos complexos e pode, muitas vezes, causar desmotivação nos estudantes. A genética mendeliana é considerada, muitas vezes, um assunto de difícil compreensão, no entanto, ela é essencial na assimilação de outros temas como: evolução, biologia celular e ecologia. Para tornar esse conteúdo mais atrativo e de fácil entendimento, este projeto teve como objetivo elaborar uma sequência didática diferenciada, e criar, juntamente com os alunos, uma revista no formato almanaque, com atividades lúdicas e histórias em quadrinhos. O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual Duque de Caxias, em Juiz de Fora (MG), com uma turma do 3º ano do Ensino Médio. A sequência didática aplicada, ocorreu em 8 encontros, cada um deles com 2 aulas. Neles foram utilizados recursos para atrair e motivar os alunos a participarem como: uso de diálogo franco, acessível e afetivo entre professora e estudantes, uso de aplicativos digitais, vídeos, experimentos e participação direta dos estudantes na produção de histórias em quadrinhos, textos, personagens e atividades lúdicas. As histórias e atividades foram desenvolvidas de forma colaborativa entre discentes e docentes e serviram de base para a construção de um material paradidático: o almanaque “Bioervilhas”. Acredita-se que o uso dessa sequência didática e a produção do almanaque, foi capaz de auxiliar no aprendizado de genética mendeliana e aumentou a motivação e participação dos alunos. Além de ter propiciado mais protagonismo aos alunos, auxiliando no desenvolvimento da criatividade e interesse durante o processo de ensino aprendizagem. Ademais, vimos que o uso de um diálogo franco entre docente e discentes e a afetividade entre as partes, promoveu maior liberdade na expressão de opiniões por parte dos alunos e auxiliou em despertar o interesse no estudo, na participação durante as aulas e na execução das atividades propostas. O almanaque Bioervilhas é um recurso a mais, que poderá ser utilizado por outros professores, para auxiliar no ensino de genética e está disponível de forma gratuita no Instagram: @bio_ervilhas.

Palavras-chave: Atividades lúdicas. Biologia. Ensino de genética. Aplicativos digitais.

ABSTRACT

In high school, there is a great difficulty in making students active in learning, because traditional methodologies, which are commonly applied, generally involve classes where the teacher is the protagonist of the process. This scenario does not always favor the teaching of complex subjects and can often cause demotivation in students. Mendelian genetics is often considered a difficult subject to understand, however, it is essential in the assimilation of other topics such as: evolution, cell biology and ecology. To make this content more attractive and easier to understand, this project aimed to develop a differentiated didactic sequence, and create, together with the students, a magazine in almanac format, with playful activities and comic books. The project was developed at the Duque de Caxias State School in Juiz de Fora (MG), with a 3rd year high school class. The didactic sequence applied took place in 8 meetings, each with 2 classes. In them, resources were used to attract and motivate students to participate, such as: use of frank, accessible and affective dialogue between teacher and students, use of digital applications, videos, experiments and direct participation of students in the production of comic books, texts, characters and recreational activities. The stories and activities were developed collaboratively between students and teachers, which served as the basis for the construction of a teaching material: the "Bioervilhas" almanac. It is believed that the use of this didactic sequence and the production of the almanac was able to assist in learning Mendelian genetics and increased student motivation and participation. In addition to providing more protagonism to students, helping to develop creativity and interest during the teaching-learning process. Furthermore, we saw that the use of frank dialogue between teachers and students and affection between the parties promoted greater freedom in the expression of opinions on the part of students and helped to awaken interest in studying, participating during classes and, and carrying out proposed activities. The Bioervilhas almanac is an additional resource that can be used by other teachers to assist in teaching genetics and is available for free on Instagram: @bio_ervilhas.

Keywords: Playful activities. Biology. Teaching genetics. Digital applications.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Capas de alguns almanaques que tornaram-se populares no Brasil.....	19
Figura 2	- Imagem da primeira história em quadrinhos reconhecida no Brasil, de Angelo Agostini, de 1869.....	21
Figura 3	- Fotografia superior da escola estadual Duque de Caxias na Avenida Rio Branco, centro de Juiz de Fora - MG	30
Figura 4	- Fachada do prédio principal da Escola Estadual Duque de Caxias.	30
Figura 5	- Revista Turma da Mônica.....	35
Figura 6	- Alunos na sala de informática durante a apresentação do projeto.....	36
Figura 7	- Site Geniol.....	37
Figura 8	- Site Educolorir	37
Figura 9	- Site Puzzel	38
Figura 10	- Site Canva	38
Figura 11	- Site Bitmoji.....	40
Figura 12	- Quadrinhos, guia prático	41
Figura 13	- Exibição do vídeo	42
Figura 14	- Comparação entre mitose e meiose.....	45
Figura 15	- Cariótipo humano feminino.....	47
Figura 16	- Características das ervilhas estudadas por Mendel.....	50
Figura 17	- Representação de fenótipos e genótipos para a cor e forma da ervilha.....	51
Figura 18	- Cruzamento entre plantas de ervilhas amarelas e verdes.....	53
Figura 19	- Quadro comparativo de formação dos gametas.....	54
Figura 20	- Atividade utilizada com os alunos	55
Figura 21	- Cruzamento de flores maravilha.....	57
Figura 22	- Cruzamento dos camundongos.....	58
Figura 23	- Quadro de aula	59
Figura 24	- Objetos do experimento	60
Figura 25	- Formação dos gametas.....	61
Figura 26	- Quadro da segunda lei de Mendel.....	62

Figura 27	-	Atividade no quadro.....	63
Figura 28	-	Mistura de tinta vermelha e água.....	68
Figura 29	-	Mistura de tinta azul e amarela.....	68
Figura 30	-	Mistura heterogênea de óleo e tinta.....	69
Figura 31	-	Página @bio_ervilhas no Instagram	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EEDC	Escola Estadual Duque de Caxias
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FUCAMP	Fundação Carmelitana Mário Palmério
HQs	Histórias em Quadrinhos
MG	Minas Gerais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (sigla em inglês)
SEEMG	Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais
SMESP	Secretaria Municipal de Educação de São Paulo
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	ALMANAQUES: HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA.....	18
1.2	OS ALMANAQUES E AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS.....	20
1.3	AS ATIVIDADES LÚDICAS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....	23
1.4	OS ALMANAQUES NO ENSINO	24
1.5	JUSTIFICATIVA.....	25
2	OBJETIVO	28
2.1	OBJETIVO GERAL.....	28
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1	COMUNIDADE ESCOLAR.....	31
3.2	ETAPAS E HABILIDADES DESENVOLVIDAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
3.2.1	Apresentação da proposta de trabalho: as histórias em quadrinhos e os almanaques como atividades de passatempo	34
3.2.2	A história de Gregor Mendel e a sua importância para a genética moderna. A hereditariedade	42
3.2.3	Conceitos básicos sobre genética	44
3.2.4	Genótipo x fenótipo. Homozigoto x heterozigoto	48
3.2.5	A primeira lei de Mendel. As características das ervilhas	52
3.2.6	Alelos letais, dominância incompleta, codominância, variações da lei de Mendel e exemplos no cotidiano	56
3.2.7	O di-hibridismo e a segunda lei de Mendel: lei da segregação independente. As leis de Mendel e o comportamento dos cromossomos durante a meiose	60
3.2.8	Oficina de edição das histórias em quadrinhos e das atividades criadas pelos alunos e pela professora	63
4	RESULTADOS	66
4.1	RESULTADOS OBTIDOS COM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E COM O PROCESSO DE CRIAÇÃO DO ALMANAQUE.....	66
4.2	RESULTADO DA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO ALMANAQUE BIOERVILHAS.....	72

5	DISCUSSÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA MESTRANDA SOBRE A APLICAÇÃO DO PROJETO.....	74
6	CONCLUSÃO.....	80
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A - O ALMANAQUE BIOERVILHAS.....	87
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/ RESPONSÁVEIS.....	152
	ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO / ALUNOS	153
	ANEXO C - PARECER CEP.....	154

1 INTRODUÇÃO

O ensino na sala de aula enfrenta problemas e precisa tornar-se atrativo. No Brasil, nota-se que o desinteresse pela aprendizagem relaciona-se com fatores como: ausência de atividades inovadoras em sala de aula, infraestrutura escolar inadequada, excessivo número de estudantes por turma e pouca qualificação dos professores (Alves, Campos, Wasko, 2020). Estudos ainda mais recentes feitos por Goulart (2022) também identificaram que os professores notam falta de motivação e menor comprometimento dos alunos com a escolarização.

O desinteresse dos discentes tem relação com a frágil motivação dos docentes com as práticas educacionais tradicionais. Sendo, portanto, necessário que o professor tenha liberdade de cátedra para promover atividades diversificadas, interessantes e também seja valorizado adequadamente pelo trabalho que exerce. Uma das sugestões propostas, é a de abrir espaço na sala de aula para o desenvolvimento de ideias e expressões das opiniões. Assim, espera-se um envolvimento mais eficaz na comunicação, o que faz da escola um espaço mais adequado para o diálogo (Goulart, 2022).

O diálogo democrático e sadio de ideias, pode ser vantajoso e afetuoso. O respeito a individualidade e a curiosidade dos educandos, pode favorecer o conhecimento mútuo, estreitando o convívio entre os envolvidos. Espera-se que tal ação promova o processo de valorização que o professor atribui a si mesmo e aos seus alunos, oportunizando o crescimento dos estudantes enquanto sujeitos críticos e reflexivos (Beane, 2017; Goulart, 2022).

Apesar dessas ideias serem amplamente divulgadas, a educação ainda encontra problemas para fazer com que o aluno seja o protagonista do seu aprendizado. Para formar o aluno autônomo, é preciso dar oportunidade para que ele exerça essa autonomia na rotina escolar. Todavia, é comum que as escolas ainda atuem no modelo onde o docente é o foco, sendo ele o transmissor de todo o conhecimento e o aluno, o receptor das informações (Barbosa, 2004; Alves, Oliveira, Melo, 2022).

Tal situação se estende para o ensino de genética, pois este, como previsto nos programas oficiais de ensino, não tem sido contemplado na sua especificidade. Sabe-se que o assunto é considerado complexo, abstrato e, muitas vezes, não é motivador para os estudantes, principalmente quando é aplicado nas salas de aula

de forma tradicional, com métodos didáticos que podem dificultar ainda mais o desenvolvimento do assunto (Oliveira, 2015; Lopes, 2023).

É comum que os alunos encontrem problemas de aprendizagem devido a abstração de terminologias científicas como: alelos, dominância, recessividade e segregação, tais termos, muitas vezes, não são totalmente compreendidos (Barni, 2010; Freitas, 2020). Outra questão relaciona-se com a falta de habilidade dos alunos com os conceitos matemáticos de probabilidade e a indisponibilidade de recursos visuais e práticos, que poderiam colaborar com a interpretação dos resultados. Assim, é importante desenvolver um estudo que priorize investigar o uso de recursos pedagógicos, diferentes dos que são continuamente utilizados (Araújo, et al., 2018, Freitas, 2020).

Além dessas dificuldades, é preciso que o aluno compreenda que nem sempre os experimentos de Mendel vão refletir a realidade, isso porque há vários tipos de heranças genéticas que envolvem processos mais complexos. Dessa forma, percebe-se que o ensino tradicional, baseado na memorização de regras e conceitos, sem a compreensão dos princípios relacionados, pode não ser eficaz na aprendizagem (Baiotto, Sepel, Loreto, 2016).

Considerando o exposto, o tema de desenvolvimento deste trabalho foi o ensino da genética mendeliana utilizando a produção de um almanaque como meio pedagógico, pois este é um material que comumente desperta o interesse dos alunos, sendo, portanto, uma estratégia para acrescentar contribuições positivas no ensino básico. A revista foi desenvolvida em uma escola pública de Minas Gerais e utilizou aplicativos de edição e comunicação gratuitos e acessíveis, as chamadas TICs (tecnologias da informação e comunicação), que diminuíssem os custos do projeto e estimularam a criatividade e engajamento dos discentes, incentivando-os a explorar e compreender melhor o tema.

Ao trabalharem colaborativamente na produção do material, os alunos puderam desenvolver habilidades importantes, como: trabalho em equipe, comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas. Essas características são importantes não apenas para o sucesso escolar, mas também para a vida pessoal e profissional no futuro.

1.1 ALMANAQUES: HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA

Segundo o historiador Jacques Le Goff (1996), o primeiro Almanaque surgiu na Europa, em torno do ano 1455. Em 1464, foi publicado o Almanaque da Corporação dos Barbeiros e em 1471, o Almanaque anual. O almanaque *Le Grand Calendrier Compost dês Bergers*, de 1471, foi considerado o mais popular e também mais importante almanaque francês.

Na Europa, nos séculos XVI e XVII, esse tipo de material passou a circular de forma ampla. O material continha: calendários, informações sobre astrologia, utilidades e atividades de entretenimento. Somente após o século XVIII, os almanaques ganharam nova estrutura, em material impresso de melhor qualidade, com mais páginas e mais conteúdos que, inclusive, passaram a divulgar campanhas de propagandas e instruções (Trizotti, 2008).

No Brasil, com a proclamação da liberdade de imprensa, em 1821, iniciou-se uma variada publicação de jornais e almanaques no país, que, aos poucos, assumiram várias características. Havia almanaques administrativos, com horários de transporte, preços de mercadorias, valores de tarifas de postagens e serviços, que eram comumente utilizados por viajantes e pela população local que buscavam neles informações sobre as cidades (Trizotti, 2008).

Os almanaques literários tornaram-se comuns no Brasil no século XIX. Eram escritos e comercializados em livrarias. Esse tipo de material divulgava a cultura caipira, biografias, concursos literários sobre ficção, fantasia, novelas e poesias, além de estudos que contribuíssem com o estudo da geografia brasileira. Os concursos de imagens fotográficas também eram comuns nesse tipo de material. Os temas mais tratados eram a beleza feminina, as paisagens, os rios e as festas típicas (Trizotti, 2008).

Havia também os almanaques de farmácia. A ideia de ciência veiculada pelos almanaques farmacêuticos indica a relevância desse tipo de fonte para a história da ciência e da propaganda no Brasil. Um dos primeiros se chamava “Pharol da Medicina” e foi patrocinado pela drogaria Granado, no Rio de Janeiro, em 1887, este serviu de modelo para vários outros. Posteriormente, surgiram outros títulos: Saúde da Mulher, Bromil, Capivarol e Biotônico Fontoura (FIGURA 1) (Gomes, 2006).

O lema: “o bem estar é sinônimo de beleza” foi amplamente explorado em diversas publicações, tornou-se um clássico e uma das principais ideias da publicidade nos almanaques farmacêuticos. A frase estimulava a vaidade feminina ao sugerir os efeitos estéticos, que seriam alcançados, através do uso de determinados produtos medicinais. Uma parte significativa dos anúncios, especialmente aqueles relacionados a laxantes e reguladores, reiterava tais suposições, destacando o que se esperava obter em melhorias visíveis (Gomes, 2006).

FIGURA 1 - Capas de alguns almanaques que tornaram-se populares no Brasil.



Fonte: <https://livroerrante.blogspot.com/2021/01/monteiro-lobato-jeca-tatu-e-biotonico.html> . Acesso em Setembro de 2023.

Monteiro Lobato desempenhou um papel fundamental na história dos almanaques. Sua amizade pessoal com o empresário Cândido Fontoura resultou na concepção e produção do primeiro exemplar do Almanaque Biotônico Fontoura, lançado em 1920, inclusive, este tinha um medicamento homônimo (Gomes, 2006).

No entanto, seu verdadeiro impacto veio com a utilização de seu controverso personagem "Jeca Tatuzinho" para fins publicitários. Adaptado para impulsionar uma

campanha contra a ancilostomose, o personagem foi lançado em forma de livreto nos primeiros anos da década de 1920, conquistando imediatamente sucesso. A história que retratava a jornada do homem do campo brasileiro contra os males das verminoses, capturou a atenção e a simpatia de milhões de leitores. Em sua trigésima quinta edição, em 1973, alcançou um total de 84 milhões de exemplares, tornando o "Jeca" a obra de maior divulgação em todo o Brasil (Gomes, 2006).

O fato do almanaque de farmácia ser um impresso gratuito, popularizou o material e tornou-se um meio de divulgação ideal para médicos, sanitaristas, intelectuais, educadores e todas as pessoas interessadas em informar ou mudar alguma realidade. Havia, inclusive, outros tipos de almanaques vinculados a livrarias, empresas jornalísticas, tipografias, mostrando assim, a direta dependência entre esse tipo de material e a imprensa (Trizotti, 2010).

O sucesso dos almanaques estava atrelado a comercialização de jornais, pois o público poderia fazer a assinatura mensal deles, além de receber brindes, cupons de descontos e livros em casa. Os jornais e revistas de grande circulação como O Estado de S. Paulo, Correio da Manhã, Revista de Commercio e Indústria, editaram seus próprios almanaques (Trizotti, 2008).

Dessa maneira, os almanaques tornaram-se divulgadores da vida cotidiana de cidades, atuavam também na informação social de empresários, principalmente do ramo do café e das estradas de ferro, além de acionistas bancários e produtores literários da época (Trizotti, 2008).

1.2 OS ALMANAQUES E AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

A produção dos almanaques contribuiu para estimular a leitura no Brasil e no mundo, nesses materiais foram inseridas as histórias em quadrinhos. As revistas, contendo variadas histórias, ilustrações, atividades, textos, informações e utilidades, fez parte da vida de vários públicos, entre adultos e crianças. As edições eram aguardadas com ansiedade, pois permitiam o entretenimento, a diversão e a informação (Trizotti, 2008).

Segundo Will Eisner, em seu livro Narrativas gráficas (2008), as histórias em quadrinhos são formas de arte e literatura compostas por imagens. Apesar das palavras serem um componente importante, a maior dependência para descrição e

narração está em imagens entendidas universalmente, moldadas com a intenção de imitar ou exagerar a realidade.

Acredita-se que as histórias em quadrinhos tenham surgido na Suíça, em 1830, com Rodolphe Töpffer (1799-1846), um artista gráfico considerado o “pai dos gibis”, que viveu em Genebra (Thuswohl, 2019).

Há quem defenda que os quadrinhos surgiram nas cavernas pré-históricas, pois, nas paredes dessas estruturas, há desenhos sequenciais que simulavam ensaios vividos ou imaginados pelos hominídeos. Nestes cenários, diante dos perigos do ambiente, o homem descobria a sua capacidade criadora através da imagem, dessa forma ele produzia cultura e se comunicava (Gaiarsa, 1977; Rahde, 1996).

Segundo José Gaiarsa (1977), os hieróglifos egípcios são considerados o segundo tipo de histórias em quadrinhos da humanidade.

No Brasil, a primeira história em quadrinho reconhecida como tal, surgiu em 1869, com o título *As aventuras de Nhô Quim* (FIGURA 2). O autor, Angelo Agostini, italiano, radicado no Brasil, gostava de desenhar acontecimentos do cotidiano e publicou uma de suas primeiras ilustrações sequenciais na revista semanal “Vida Fluminense”. Entre seus personagens mais populares, estavam Nhô Quim e Zé Caipora (Cardoso, 2013).

FIGURA 2 - Imagem da primeira história em quadrinhos reconhecida no Brasil, de Angelo Agostini, de 1869.



Nhô-Quim, desenho de Agostini – *Vida Fluminense*

Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/521244> Acesso em 14 de Setembro de 2023. Cardoso, 2013.

Angelo Agostini também lançou a revista “O tico-tico”, publicada em 1905. Era um almanaque que trazia além de quadrinhos, passatempos e textos diversos voltados ao público infantil e ficou em circulação por mais de 50 anos no país. (Silva Júnior, 2011).

Os quadrinhos atingiram grande popularidade no Brasil após a década de 1930, o jornalista Adolfo Aizen importou o que havia de mais moderno sobre histórias em quadrinhos dos Estados Unidos. Assim, o público nacional passou a ter contato com personagens heróicos e aventuras, que eram típicos da cultura americana (Silva Júnior, 2011).

Foi com Maurício de Souza que o processo de popularização dos quadrinhos se intensificou. O artista começou suas publicações em 1959, com as aventuras de Bidu, um cãozinho azul, no jornal Folha da Manhã. Depois surgiram vários personagens como a Mônica, Cebolinha, Magali, Cascão, Chico Bento e muitos outros. Na década de 1970, ele inicia a publicação de suas obras no formato de revistas e assim, conquista o público infantil e adulto (Campos, 2013).

O cartunista Ziraldo também exerceu grande importância nos quadrinhos brasileiros, ele criou a revista “O Pererê” de 1960 e também foi criador do “Menino Maluquinho” de 1980, personagem infantil que atingiu grande sucesso em quadrinhos e no cinema nacional (Silva Junior, 2011).

Outros cartunistas brasileiros também tiveram grande participação no processo de popularização dos quadrinhos. Entre eles, destacam-se: Laerte, Glauco e Angeli (Campos, 2013).

Atualmente, observa-se a presença das histórias em quadrinhos nas escolas, elas são usadas como recursos pedagógicos lúdicos importantes no processo de ensino, pois permitem o incentivo à leitura e à escrita, além do entendimento de forma simples, além do livro didático, o que torna o processo de aprendizagem acessível (Nakamura, Voltolini, Bertoloto, 2020).

As HQs podem ser utilizadas para introduzir um tema, para aprofundar um conceito já apresentado, estimular debates ou ilustrar uma ideia. Não existem regras fixas para sua utilização, mas é importante a organização para que haja um bom aproveitamento de seu uso no ensino, podendo desta forma, atingir o objetivo da aprendizagem (Vergueiro, 2004).

1.3 AS ATIVIDADES LÚDICAS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Desde o nascimento, a criança desenvolve a capacidade de aprender. Isso ocorre por meio de suas experiências, atos, observações e sentimentos. As experimentações infantis fazem com que os estudantes acumulem cada vez mais conhecimentos, assim, quanto mais a criança brinca, mais ela aprende sobre o ambiente, sobre os colegas, além de regras e limites que serão úteis em sua vida (Fritz, 2013; BNCC, 2018).

De acordo com a BNCC, de 2018, a interação durante as brincadeiras, possibilita muitas aprendizagens e potenciais para o desenvolvimento integral dos indivíduos em formação. Ao observar as interações e a brincadeira entre as crianças e delas com os adultos, é possível identificar, por exemplo, a expressão dos afetos, a mediação das frustrações, a resolução de conflitos e a regulação das emoções.

Em suas práticas pedagógicas, é comum ver professores que utilizam variadas metodologias com a intenção de fazer com que o processo de ensino aconteça da melhor forma. Quando o docente usa estratégias lúdicas por meio de jogos, atividades variadas e brincadeiras, para motivar os estudantes, percebe-se que o entusiasmo dos alunos aumenta, o que tende a favorecer o ensino (Fritz, 2013).

A palavra “lúdico” vem do latim *ludus* e significa brincar. A atividade lúdica refere-se a forma de abordar os conhecimentos de diferentes maneiras, de forma prazerosa. Ou seja, é uma forma de ensinar por meio de situações descontraídas. Também uma estratégia que favorece a integração entre as disciplinas (Santos, 2012; Pedroza, 2005).

Outra característica importante do processo lúdico está na compreensão de regras tal vivência é fundamental para o desenvolvimento em sociedade e deve ser promovido de forma harmoniosa entre os educandos (Cardoso et al., 2012).

Assim, a ludicidade tem o potencial de ser trabalhada na escola, favorecendo a diversidade e contribuindo para que as atividades sejam executadas, de forma que os estudantes se sintam bem com o novo conhecimento e assim, possam se motivar para realizar as atividades futuras. Mais do que isso, brincar é uma necessidade, uma forma de expressão. Por isso, o lúdico deve estar inserido no universo pedagógico por interferir positivamente no crescimento educacional (Santos, 2012).

1.4 OS ALMANAQUES NO ENSINO

Os almanaques começaram como revistas de divulgação, propaganda e entretenimento. Todavia, com a popularidade que adquiriram, também tornaram-se materiais pedagógicos. O clássico almanaque Biotônico Fontoura, por exemplo, foi material de leitura de crianças e adolescentes. Ele circulou nos ambientes escolares como recurso de apoio e incentivo à leitura desde as primeiras décadas do século XX (Machado, Rossi, Rodrigues, 2013).

Recentemente, em 2021, o almanaque: “Nós propomos! Cidadania e Inovação na Educação Geográfica” foi criado por professores da USP. Ele surgiu com a proposta de oferecer protagonismo aos jovens estudantes. Segundo os autores, o material é descrito como informativo e ao mesmo tempo formativo. O propósito dele é motivar professores e demais interessados a desenvolverem iniciativas socioeducativas com seus alunos, visando uma educação de qualidade, no âmbito de práticas que atuem no desenvolvimento sustentável (Lastória, Rosa, Kawasaki, 2021).

A Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, em 2010, criou um almanaque chamado: “ Almanaque 75 anos da Educação Infantil”, o material ficou nacionalmente conhecido. Nele há imagens, desenhos, receitas, histórias , caça-palavras, cruzadinhas, jogos e adivinhações que foram elaboradas para estimular os professores em suas práticas didáticas. Os almanaques são utilizados desde a educação infantil e se estendem em toda a educação básica.

No ensino de jovens e adultos (EJA), o uso de almanaques também é uma realidade. Um exemplo é a revista “Conviver, respeitar e valorizar a diversidade” . A obra foi editada em 2011, através do projeto Mova Brasil, com incentivo do governo federal. Esta edição, busca atender ao público que não teve a oportunidade de concluir os estudos na idade regular de ensino. Os temas centrais abordados no material são: identidade de gênero, igualdade racial, pessoas com deficiência, povos e comunidades tradicionais. A obra, além das clássicas atividades, contém dicas de cuidados com a saúde, enigmas, textos motivacionais, artigos sobre direitos humanos, anedotas e poesias (Cembalista, Feitosa, 2011).

Quanto ao uso desses materiais no ensino de genética básica, destaca-se o: “Ensinando genética” criado por professores da FUCAMP em 2018. Este almanaque

contém várias sugestões pedagógicas práticas, de simples execução, que podem ser utilizadas no ensino médio para tornar a exposição do tema mais atraente. Nesta obra, encontram-se dominó, jogos de montagem, batalhas e bingo. Os autores, ao aplicarem as atividades em sala de aula, notaram que houve considerável interesse dos estudantes, o que favoreceu o processo de ensino, uma vez que não utilizaram exercícios tradicionais, que muitas vezes são vistos como repetitivos e exaustivos pelos alunos. Dessa forma, os autores consideraram que essas atividades são recursos positivos na aprendizagem (Campos Júnior et al., 2018)

Outro almanaque que aborda a temática da genética é o “Super almanaque de ciências da professora Genna” criado em 2015, na UFOP. O material aborda a genética básica de forma simples, usando várias histórias em quadrinhos e atividades para aplicação no ensino fundamental. Neste trabalho, a autora destaca a necessidade de usar formas alternativas e mais atraentes de ensino, com a intenção de mobilizar os alunos. Segundo a professora, a revista foi capaz de promover o acesso ao conhecimento científico para os alunos (Oliveira, 2015).

1.5 JUSTIFICATIVA

Mendel foi um homem à frente de seu tempo, ele foi o descobridor dos pilares da genética. Nasceu em 1822, no povoado de Heinzendorf, na época, território da Áustria. Filho único de uma família de humildes camponeses. Se destacava na escola em física e matemática. Aos 21 anos, integrou-se ao mosteiro agostiniano e passou a viver em Brno (atual República Tcheca) para exercer as funções eclesiásticas. No mosteiro, cuidou dos jardins onde realizou experimentos com ervilhas (*Pisum sativum*). Observou nelas algumas características contrastantes e elucidou o funcionamento da herança monogênica. Suas descobertas fizeram com que ele fosse designado o “Pai da Genética”. Mendel publicou seu trabalho em 1865, no entanto, não foi devidamente reconhecido na época (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 2017).

Algumas décadas depois da publicação do artigo de Mendel, no início dos anos de 1900, o trabalho do monge foi “redescoberto” pelos botânicos Hugo Vries, Carl Correns e Erich Tschermak (Martins, Prestes, 2016).

Alguns cientistas como Wilhelm Johannsen, Correns, De Vries e William Bateson, procuraram averiguar a validade dos princípios de Mendel com experimentos em outros seres vivos, atingindo resultados semelhantes às pesquisas mendelianas, por isso eles foram chamados de “mendelistas”. Esse evento revolucionou a Biologia, que deixou de ter uma abordagem meramente descritiva, voltada para a classificação de organismos, para tornar-se uma ciência baseada em experimentações (Martins, Prestes, 2016).

Diante da história e de tudo que Mendel representa até hoje, justifica-se o ensino da genética mendeliana nas escolas, isso porque foi ela que permitiu a compreensão dos mecanismos hereditários. A genética é uma importante área da biologia, que rapidamente se expandiu, despertando o interesse dos cientistas do mundo todo. Ela gera conhecimento na saúde humana e animal, na produção agropecuária, na ecologia, biologia celular, evolução e vários outros segmentos da biologia, também está percorrendo os estudos da ética, matemática e lógica (Souza, et al., 2013; Lopes, 2023). Contudo, a aprendizagem em genética nas escolas é insatisfatória e está atrelada a muitos desafios, inclusive relaciona-se com a rasa formação dos professores (Goulart, 2022; Lopes, 2023).

As habilidades relacionadas à genética já começam a ser desenvolvidas no último ano do ensino fundamental (9º ano) e seguem sendo relevantes para os próximos anos do ensino médio. Porém, no ensino médio, a genética costuma ser abordada de forma meramente teórica, com raras atividades práticas, de forma quase sempre expositiva, sem variedade de materiais didáticos capazes de inovar o método tradicional (Pereira, et al., 2014; Borges, Silva, Reis, 2017).

Um aspecto de importância destacada diz respeito à inclusão de cálculos matemáticos, exercícios de lógica e interpretação de pequenos textos. A dificuldade de associação dessas capacidades, faz com que os alunos percebam a genética como algo difícil (Borges, Silva, Reis, 2017; Lopes, 2023).

Além disso, é comum que os temas abordados no âmbito da genética recorram a representações visuais para explicar os fenômenos naturais. No entanto, os estudantes, frequentemente, percebem essas representações excessivamente abstratas, sem noção de escala, distantes da realidade com a qual estão familiarizados. Tal nível de abstração pode prejudicar a compreensão do conteúdo. Portanto, é importante que o tema seja abordado de maneira contextualizada,

relacionando-o à realidade tangível dos educandos, a fim de facilitar a assimilação do conhecimento (Lopes, 2023).

No processo criativo, há a busca pela apreensão do conhecimento. Nesse sentido, é possível diferenciar os significados entre aprender e apreender. Ao apreender, o aluno se apropria do conhecimento, ao passo que quando aprende, apenas recebe a informação e a retém na memória (Anastasiou, Alves, 2015).

No ato de criar e brincar é que os estudantes apropriam-se da realidade imediata, atribuindo-lhe significado, desenvolvendo a imaginação, emoções e competências cognitivas e interativas (Liberatto, Mota, 2022).

Dessa forma, as variadas atividades lúdicas, propostas neste trabalho, atuam permitindo a apreensão, elas fazem com que as crianças compreendam que o mundo está cheio de possibilidades, pois estas são estratégias que permitem simbolizar os dilemas e dicotomias do cotidiano (Anastasiou, Alves, 2015; Sacchetto, 2011).

Partindo da ideia de que os almanaques são revistas que contém vários tipos de entretenimento como: jogos, caça palavras, cruzadinhas, quebra cabeças, charadas, histórias, sete erros e várias outras, acredita-se que seja possível usar esse material para desenvolver nos alunos a capacidade de criação desses itens, o que tende a favorecer a prática pedagógica, uma vez que espera-se que os alunos encontrem, nesse processo de criação, o prazer de executá-las de forma lúdica, além de consolidar os conteúdos ensinados nas aulas.

Destaca-se que este trabalho não tem a intenção de substituir o livro didático, mas sim utilizá-lo com uma abordagem diferenciada, de forma a tornar seu entendimento facilitado por meio de uma linguagem acessível. Assim, espera-se que os alunos compreendam melhor o assunto e este se torne também mais agradável para os estudantes.

2 OBJETIVO

A fim de abordar a genética mendeliana e os conceitos relacionados a ela no ensino médio, este projeto tem os seguintes objetivos:

2.1 OBJETIVO GERAL

Criar, de forma colaborativa, entre professora e alunos, uma revista no formato almanaque, com atividades lúdicas e histórias em quadrinhos, com linguagem compreensível para facilitar o entendimento e estimular a criatividade dos alunos do ensino médio no conteúdo de Genética mendeliana básica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as possíveis dificuldades dos alunos a respeito do assunto genética mendeliana e adotar estratégias pedagógicas estimulantes para melhorar a compreensão do assunto.
- Aplicar as habilidades e competências da BNCC relacionadas ao tema, ao longo das etapas da sequência didática.
- Estimular a criatividade dos alunos, com auxílio de aplicativos digitais (TDICs), para que estes sejam capazes de criar personagens, histórias em quadrinhos, textos, desafios e atividades diversificadas contendo o assunto de genética.
- Possibilitar a participação e o interesse dos alunos no estudo e na pesquisa dos principais conceitos que envolvem a genética mendeliana.
- Criar, editar e publicar a revista criada pela professora, em colaboração com os alunos, para que esta possa ser utilizada por outros professores e alunos em escolas, no formato impresso e digital.
- Divulgar a revista, na escola onde ela foi produzida, para os alunos, professores e colaboradores.
- Divulgar a revista no formato digital, na rede social Instagram, para que esta incentive a divulgação científica de forma simples e acessível ao público adolescente.
- Relatar a experiência do processo de criação do almanaque.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido e criado na Escola Estadual Duque de Caxias (FIGURAS 3 e 4), na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, no centro da cidade, com a devida autorização da direção pedagógica.

Os critérios de inclusão deste trabalho seguiram a premissa da necessidade dos alunos estarem regularmente matriculados, na disciplina de Biologia, no 3º ano, numa turma regular de ensino médio, no período matutino, sendo esta turma regida pela professora Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani.

Os alunos da turma apresentam faixa etária entre 16 e 18 anos. Todos receberam os termos de assentimento livre e esclarecido do aluno e do responsável, no formato impresso. Os documentos foram assinados por ambos, coletados pela professora e arquivados. Nos documentos assinados, os discentes e seus responsáveis confirmam o aceite de participação da pesquisa.

As atividades foram instruídas pela professora, no horário regular das aulas de Biologia, de forma presencial e *on-line*, por meio de aplicativos. Para a melhoria da comunicação, a professora criou um grupo na rede social *WhatsApp* para que ela pudesse interagir com os alunos no horário extraclasse.

Por meio desse grupo, a professora pôde repassar instruções e esclarecer dúvidas a respeito do desenvolvimento do trabalho. Esta intervenção foi necessária pois a turma tem apenas duas aulas de Biologia por semana, sendo essas aulas sequenciais (geminadas), somente nas segundas-feiras.

Alguns alunos também utilizaram o e-mail como forma de comunicação, além do compartilhamento de arquivos em nuvem nos drives. A professora montou uma equipe de colaboradores no aplicativo editor *Canva* e inseriu os alunos para que eles pudessem atuar de forma colaborativa na criação da revista.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF e aprovada em 24 de março de 2023. O parecer tem o número 5.962.425 – versão 3 (ANEXO B).

FIGURA 3 - Fotografia superior da escola estadual Duque de Caxias na Avenida Rio Branco, centro de Juiz de Fora - MG.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

FIGURA 4 - Fachada do prédio principal da Escola Estadual Duque de Caxias.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

3.1 COMUNIDADE ESCOLAR

A escola funciona na região central da cidade, em prédio próprio, sob administração do Governo do Estado de Minas Gerais, com gerência da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais.

O colégio atende o ensino médio nos períodos da manhã e noite, além do ensino fundamental à tarde e educação de jovens e adultos (EJA) à noite. A unidade dispõe de 19 salas em funcionamento e atende cerca de 1445 alunos nos três turnos. Deste número, 776 alunos são atendidos no ensino médio até o início da realização das atividades deste trabalho.

Na turma de terceiro ano, regida pela professora Juliana, público alvo desta pesquisa, havia 28 alunos. O desenvolvimento de alguns trabalhos ocorreu na própria escola e também no contra turno, na forma de tarefas destinadas para casa. As atividades desenvolvidas na escola foram executadas nos computadores, na sala de informática do colégio e também nos celulares dos próprios alunos. Além dos equipamentos da escola, todos os estudantes da turma afirmaram possuir celulares e/ou computadores pessoais, sendo estes equipamentos tecnológicos importantes para a execução das atividades que foram realizadas no extra turno.

Os aplicativos foram instalados nos smartphones dos alunos interessados e também havia a possibilidade de utilização dos mesmos de forma on-line, via web. Portanto, a instalação dos aplicativos nos smartphones pessoais foi uma opção de cada aluno.

3.2 ETAPAS E HABILIDADES DESENVOLVIDAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As aulas foram ministradas de forma presencial, na sala de aula e também no laboratório de informática do colégio, nas segundas-feiras letivas, sempre com duas aulas consecutivas (dois tempos de 50 minutos cada).

A sequência didática aplicada, seguiu as orientações da BNCC, em seus deveres, competências e habilidades. Entre os deveres, destacam-se:

Favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos. BNCC, 2018, página 467.

Garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política. BNCC, 2018, página 467.

Assegurar tempos e espaços para que os estudantes reflitam sobre suas experiências e aprendizagens individuais e interpessoais, de modo a valorizarem o conhecimento, confiarem em sua capacidade de aprender, e identificarem e utilizarem estratégias mais eficientes a seu aprendizado. BNCC, 2018, página 467.

Promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares. BNCC, 2018, página 467.

Estimular atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo do trabalho e da sociedade em geral, alicerçadas no conhecimento e na inovação. BNCC, 2018, página 467.

Entre as competências e habilidades, desenvolvidas neste trabalho, destacam-se: competência específica número 7 de Linguagens e suas tecnologias:

Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, éticas e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva. BNCC, 2018, página 499.

Habilidades relacionadas a competência específica número 7:

(EM13LGG701) Explorar tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), compreendendo seus princípios e funcionalidades, e utilizá-las de modo ético, criativo, responsável e adequado a práticas de linguagem em diferentes contextos. BNCC, 2018, página 499.

(EM13LGG702) Avaliar o impacto das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) na formação do sujeito e em suas práticas sociais, para fazer uso crítico dessa mídia em práticas de seleção, compreensão e produção de discursos em ambiente digital. BNCC, 2018, página 499.

(EM13LGG703) Utilizar diferentes linguagens, mídias e ferramentas digitais em processos de produção coletiva, colaborativa e projetos autorais em ambientes digitais. BNCC, 2018, página 499.

(EM13LGG704) Apropriar-se criticamente de processos de pesquisa e busca de informação, por meio de ferramentas e dos novos formatos de produção e distribuição do conhecimento na cultura de rede. BNCC, 2018, página 499.

Competência específica número 3, de Ciências da Natureza:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). BNCC, 2018, página 555.

Habilidades relacionadas a competência específica 3 de Ciências da Natureza:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. BNCC, 2018, página 561.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental. BNCC, 2018, página 561.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. BNCC, 2018, página 561.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. BNCC, 2018, página 561.

Algumas habilidades do ensino fundamental também foram trabalhadas na sequência didática, pois são temas com relevância para o projeto e também pelo fato da turma, onde o projeto foi aplicado, não ter tido o devido contato com a genética no 9º ano, são elas:

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. BNCC, 2018, página 353.

(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos. BNCC, 2018, página 353.

Considerando os deveres, competências e habilidades, a sequência didática foi aplicada em oito etapas, detalhadas a seguir:

3.2.1 Apresentação da proposta de trabalho: as histórias em quadrinhos e os almanaques como atividades de passatempo.

Recursos e habilidades necessários para execução da 1º etapa:

- Sala de informática com computadores, internet e projetor.
- Manual: “Quadrinhos, guia prático” (arquivo digital, disponível em: https://www.multirio.rj.gov.br/media/PDF/pdf_1233.pdf).
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Termos de assentimento e consentimento livre esclarecido, impressos.
- Sites exibidos:

<https://turmadamonica.uol.com.br/#quadrinhos> (Turma da Mônica).

<https://www.geniol.com.br> (Geniol).

<https://www.educolorir.com.br> (Educolorir).

<https://www.puzzle.org/pt> (Puzzle).

<https://www.canva.com> (Canva).

<https://www.youtube.com/watch?v=l3Fih0Zrgks> (vídeo: “o almanaque do manual do mundo”).

<https://www.bitmoji.com> (Bitmoji).

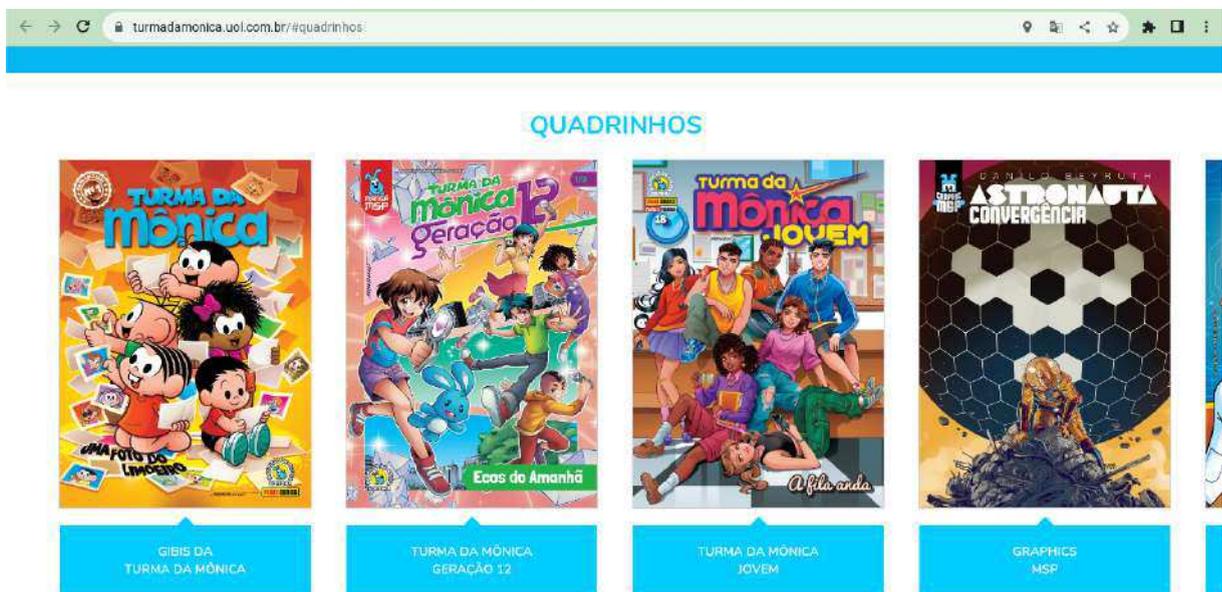
<https://www.youtube.com/watch?v=g2RSRe1glDc> (vídeo: “aprenda a usar quadrinhos educacionais no Canva”).

Habilidades da BNCC relacionadas à 1º etapa: EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

Na primeira etapa da sequência, os alunos foram levados até a sala de informática da escola onde foram informados sobre a intenção de desenvolver o projeto que iria aliar histórias em quadrinhos e atividades lúdicas em conjunto com os alunos da turma.

A aula foi iniciada com a exibição, na tela do projetor, de alguns sites com exemplos de histórias em quadrinhos, como os populares quadrinhos da Turma da Mônica (FIGURA 5).

FIGURA 5 - Revista Turma da Mônica.



Página inicial do site da revista Turma da Mônica.

Fonte: <https://turmadamonica.uol.com.br/#quadrinhos> . Acesso em: Março de 2023.

A seguir, foi citada a importância dessas histórias, como elas provavelmente surgiram, como foram relevantes na comunicação e no entretenimento ao longo do tempo. (FIGURA 6).

FIGURA 6 - Alunos na sala de informática durante a apresentação do projeto.



Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

A seguir, a professora falou um pouco sobre a sua própria vivência com almanaques na infância e adolescência, nas décadas de 1980 e 1990. Relatou que as atividades contidas nas revistas, como caça palavras, cruzadinhas, ligue os pontos, jogo da forca, labirinto, quebra cabeças, sete erros, desenhos, pinturas e jogo da memória, eram atividades comuns nos almanaques comercializados em bancas de jornais e que o público infanto juvenil era consumidor ativo desses livretos.

A seguir foi explicado que as atividades podem ser criadas pela própria turma. Foram exibidos, como exemplos, os sites: Geniol, Educolorir e Puzzel, que oferecem a possibilidade de criação dessas tarefas de forma gratuita e simples. Basicamente, os alunos podem alimentar os sites com as informações necessárias e os sites geram as atividades que poderiam ser arquivadas de forma digital ou impressas (FIGURAS 7, 8, 9 e 10).

FIGURA 7 - Site Geniol.

Página inicial do site Geniol usado para criar algumas atividades de almanaque. Fonte: <https://www.geniol.com.br>. Acesso em: Março de 2023.

FIGURA 8 -Site Educolorir.

Página inicial do site EduColorir usado para criar algumas atividades. Fonte: <https://www.educolorir.com.br>. Acesso em: Março de 2023.

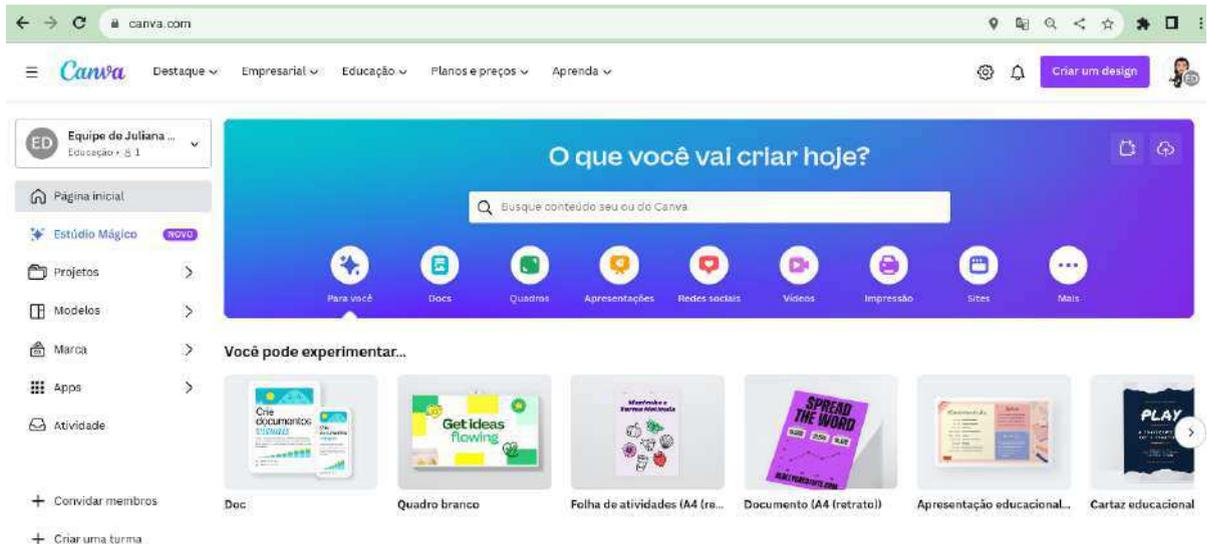
FIGURA 9 - Site Puzzel



Página inicial do site Puzzel usado para criar algumas atividades. Fonte: <https://www.puzzel.org/pt>. Acesso: Março de 2023.

O site e aplicativo Canva também foi apresentado aos alunos como uma alternativa para edição das atividades.

FIGURA 10 - Site Canva.



Página inicial do site Canva, onde foi feita a edição do almanaque. Fonte: <https://www.canva.com>. Acesso: março de 2023.

Foi exibido um vídeo do canal “Manual do mundo” que encontra-se disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=I3Fih0Zrgks>. O canal, que existe desde 2006, é bastante popular entre os adolescentes, pois estimula a curiosidade

com experiências divertidas, que muitas vezes, podem ser reproduzidas pelos próprios alunos.

Os criadores do canal, o casal Iberê Tenório e Mari Fulfaro, definem o trabalho divulgado por eles como: “Somos o Manual do Mundo e viemos mostrar que há sempre um caminho mais interessante e divertido para aprender sobre as coisas ao nosso redor” (Tenório, Fulfaro, 2021).

Com essa proposta, os administradores do canal fizeram seu próprio almanaque impresso. Na revista, eles criaram personagens baseados em suas próprias características físicas: o “Iberezinho” e a “Marizinha” que estão presentes nas páginas do material acompanhados de pequenos textos explicativos para a execução das atividades ali contidas.

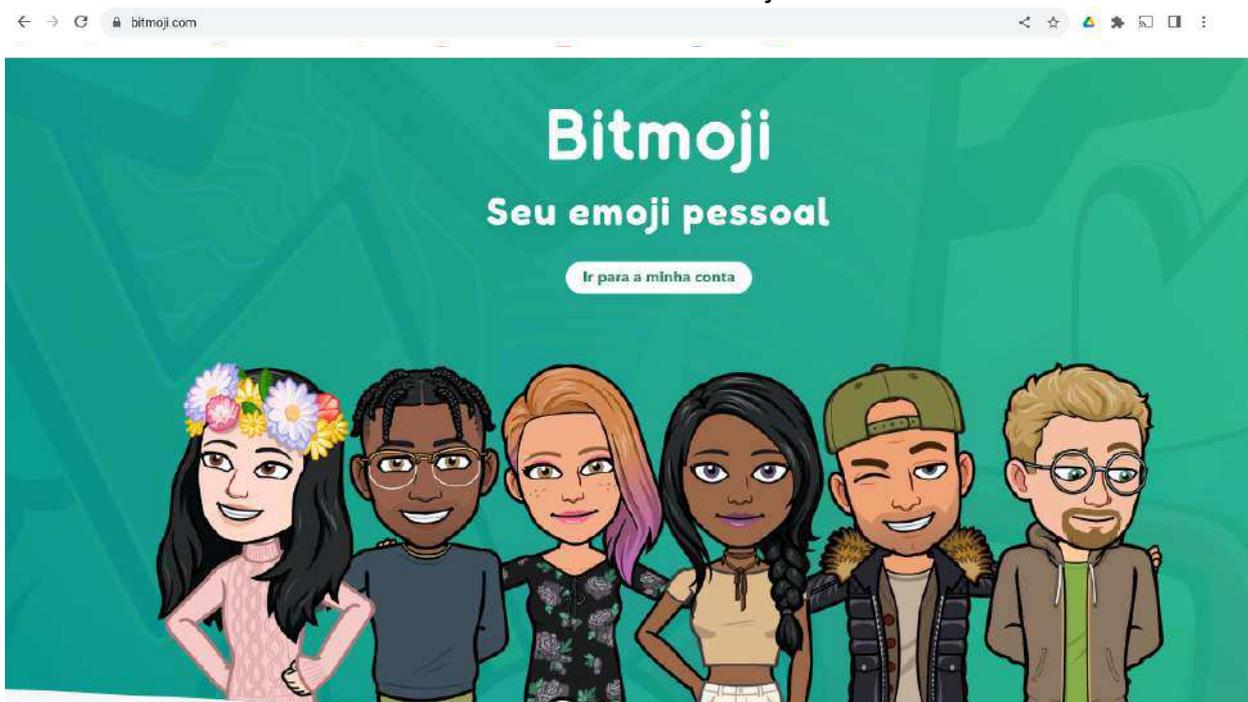
Conseqüentemente, foi explicado que a proposta deste projeto era criar um almanaque da própria turma, similar ao que o canal Manual do mundo desenvolveu, atendendo agora ao público juvenil, ou seja, estudantes do ensino médio.

Nessa criação, o tema principal da revista seria os experimentos de Mendel e a genética mendeliana. A genética de Mendel, deveria ser tratada de forma compreensível, por meio de histórias em quadrinhos, seguidas de atividades de aprendizado ou de verificação de aprendizagem. Assim, acredita-se que seja possível tornar a genética básica compreensível e acessível ao público consumidor da revista.

A professora explicou que o projeto seria desenvolvido de forma colaborativa, pois a própria seria responsável pela edição, organização e criação do material, no entanto, os alunos também deveriam participar, desenvolvendo histórias, personagens e atividades lúdicas que iriam integrar o material.

A professora sugeriu que os personagens fossem desenvolvidos pelos próprios alunos, com aplicativos para este fim, como o Bitmoji (FIGURA 11), o Instagram e o próprio Whatsapp, que são acessíveis.

FIGURA 11 - Site Bitmoji.



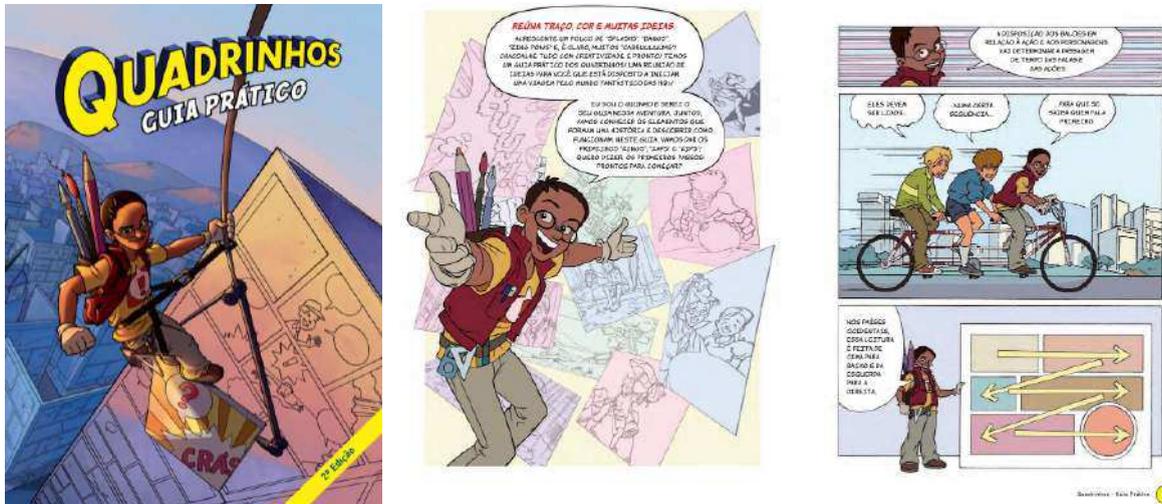
Página inicial do site Bitmoji, onde os alunos podem criar personagens com diversas características e expressões físicas variadas. Fonte: <https://www.bitmoji.com> Acesso em: Março de 2023.

Para a elaboração das histórias em quadrinhos, outro vídeo foi exibido: <https://www.youtube.com/watch?v=g2RSRe1glDc> do canal do professor Júlio César Passos (2022), disponível no Youtube. No vídeo, os alunos puderam compreender como as HQs podem ser elaboradas. A intenção foi mostrar que o processo pode ser fácil e simples.

Foi exibido também um manual que foi desenvolvido pela Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro, por Avelar e seus colaboradores, chamado: “Quadrinhos, guia prático” (FIGURA 12).

Trata-se de um material que ensina a criar histórias em tirinhas. O próprio material também é um exemplo de revista em quadrinho, apresentado pelo personagem “Quinho” e seus amigos que, juntos, vão apresentar estratégias de criação de gibis para os estudantes. O arquivo foi disponibilizado para consulta dos alunos no formato digital, a fim de ajudá-los no processo de criação de suas próprias histórias (Avelar, et. al., 2011).

FIGURA 12 - Quadrinhos, guia prático.



Algumas páginas do material “Quadrinhos, guia prático”, que foi criado pela Secretaria Municipal de Educação da cidade do Rio de Janeiro, para auxiliar no processo de criação de gibis. Fonte: Avelar et al., 2011.

A professora deu sequência e disse que o livro didático: “Biologia Hoje”, dos autores Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder e Helena Pacca, serviria de referência para o ministrar as aulas, pois esta é a fonte bibliográfica principal que eles possuem e que foi gratuitamente oferecida para escola e para os estudantes, por meio do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático).

Foi relatado que as aulas seriam ministradas de acordo com o currículo proposto pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular), ou seja, os conteúdos de biologia seriam ensinados em aula, as atividades do livro didático seriam executadas e corrigidas, como forma de ensino e verificação de aprendizado e, baseados no que eles aprenderam nas aulas, eles deveriam criar HQs e atividades para integrar a revista.

No final da aula, foram lidos e entregues os termos de assentimento e também os termos de consentimento livre esclarecido, impressos, para que cada um dos alunos pudesse assinar e também recolher as assinaturas de seus responsáveis legais, assumindo o interesse de participarem do projeto (ANEXO A). Foi solicitado que os documentos fossem entregues na aula seguinte.

3.2.2 A história de Gregor Mendel e a sua importância para a genética moderna. A hereditariedade.

Recursos utilizados na 2º etapa da sequência didática:

- Sala de informática com computadores, internet e projetor.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandszajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Sites utilizados:

<https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg> (vídeo: “Mendel e a ervilha - os seis experimentos que mudaram o mundo”).

<http://www.canva.com.br> (Canva)

Habilidades da BNCC relacionadas à 2º etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A segunda aula ocorreu também na sala de informática, onde foi exibido um recorte do documentário: “Mendel e a ervilha - os seis experimentos que mudaram o mundo” disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg> (FIGURA 13).

FIGURA 13 - Exibição do vídeo.



Exibição do vídeo: “os seis experimentos de Mendel” produzido pelo canal National Geographic para os alunos. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

O vídeo, produzido pelo canal estadunidense “National Geographic” , faz um breve relato da história de vida de Mendel, seu nascimento em uma família humilde, sua formação como monge católico e cientista, além da realização de seus experimentos que foram realizados no jardim do monastério em Brunn onde viveu e trabalhou.

Foi relatado para os alunos, a importância de Mendel ter escolhido ervilhas, pois elas são organismos que permitiram o sucesso das descobertas de Mendel, uma vez que apresentam variedades de características contrastantes, são de fácil cultivo, com ciclo reprodutivo curto, contendo flores masculinas e femininas que podem ser autofecundadas e manipuladas com certa facilidade.

Outra ação inteligente de Mendel, que foi relatada na aula, foi o fato dele, no início de suas observações, se atentar a analisar uma característica de cada vez, tendo essas características uma única variação, por exemplo: uma ervilha só poderia ser amarela ou verde, sem meio termo e que uma delas seria dominante ou recessiva. Foi explicada a relação entre dominância e recessividade usando como exemplo a cor das ervilhas, no entanto, esse assunto seria novamente abordado nas próximas aulas com mais exemplos e mais detalhes.

Dando continuidade aos temas exibidos no documentário, foi levantada a seguinte questão sobre a hereditariedade: “é comum que as pessoas sejam parecidas com seus pais. Em outros casos, percebe-se que elas se assemelham mais com os avós, ou outros parentes mais distantes, do que com seus pais, o que explica essa situação?”

De forma didática, a docente explicou que uma ideia comum para definir “gene” é o fato dele ser um pedaço de DNA capaz de expressar certa característica no organismo, como: a presença ou ausência de sardas, o tipo sanguíneo, a presença ou ausência de uma doença, entre outras características.

A aula seguiu com o assunto sobre hereditariedade, que é o fenômeno em que as características dos ascendentes são transmitidas aos seus descendentes por meio do material genético.

Foi lembrado também que o material genético principal, está contido no núcleo das células dos seres eucariontes e a transmissão desse material, de um organismo para outro, por meio da reprodução, é a base do mecanismo.

Ao final da aula, foi solicitado, que os alunos criassem histórias em quadrinhos relatando a importância da escolha de Mendel pelas ervilhas no seu processo experimental. As histórias poderiam ser realizadas nos aplicativos sugeridos na aula anterior, ou desenhados à mão, em papel.

3.2.3 Conceitos básicos sobre genética.

Recursos utilizados na 3º etapa da sequência didática:

- Sala de aula com quadro branco.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017.
- Imagem do cariótipo humano feminino (projeção na tela, fonte: Mustacchi, Peres, 2000. p. 266.).
- Sites utilizados para execução das tarefas solicitadas:
 - <http://www.canva.com.br> (Canva).
 - <https://www.geniol.com.br> (Geniol).
 - <https://www.educolorir.com.br> (Educolorir).
 - <https://www.puzzle.org/pt> (Puzzle).
 - <https://www.bitmoji.com> (Bitmoji).
- Aplicativos para envio das atividades solicitadas: WhatsApp ou e-mail.

Habilidades da BNCC relacionadas à 3º etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

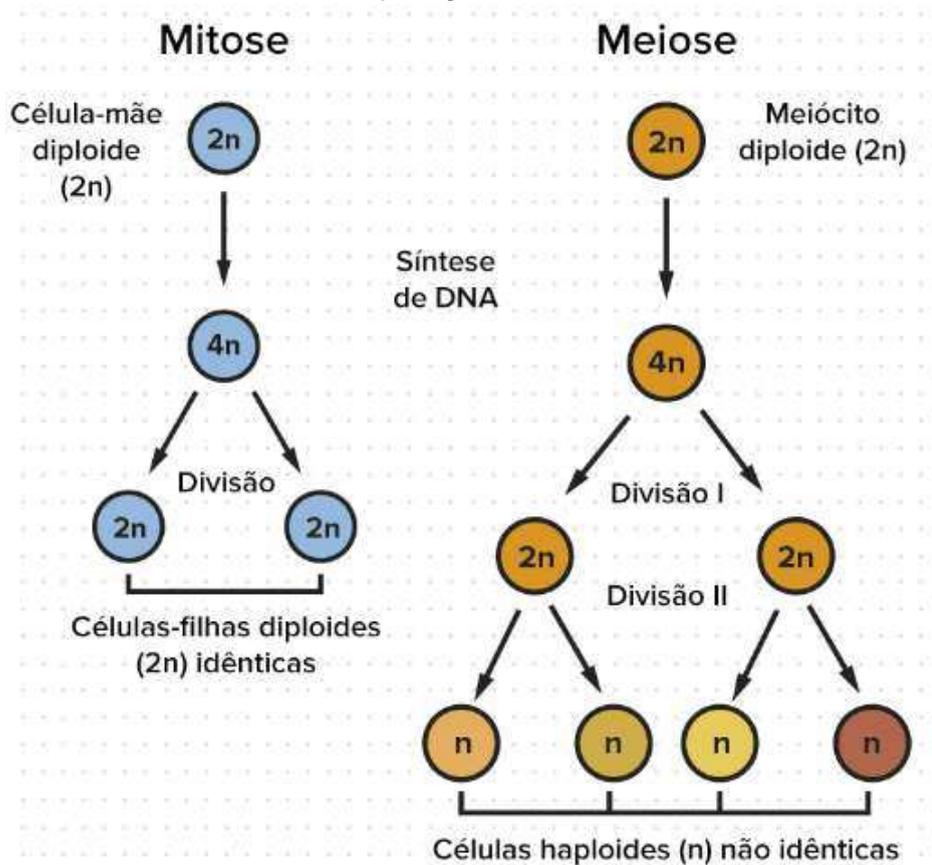
Na terceira aula, foram recolhidas e conferidas as primeiras histórias em quadrinhos desenvolvidas pelos alunos.

A seguir, e de forma expositiva dialogada, foi feita uma revisão do processo de divisão celular antes de continuar os conceitos básicos sobre genética. Este é um assunto que foi tratado no primeiro ano do ensino médio, mas precisou ser reforçado para facilitar o entendimento das próximas etapas da sequência didática.

Um esquema simplificado, mostrando a diferença entre mitose e meiose, foi exibido na tela de projeção da sala (FIGURA 14) e serviu de base para a explicação da diferença entre os dois tipos de divisões. O objetivo dessa exibição era relacionar

a divisão celular com a hereditariedade, pois, quando uma nova célula surge, ela recebe os genes oriundos do material genético provenientes da célula original, contendo informações que serão capazes de determinar suas características hereditárias.

FIGURA 14 - Comparação entre mitose e meiose.



Fonte: TANAKA, disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/biologia/mitose-e-meiose>. Acesso em Março de 2023.

Na espécie humana, a meiose é o processo que origina os gametas (ovócitos e espermatozóides) que vão se unir na fecundação para formar o zigoto (a primeira célula do organismo). Este, por sua vez, irá se dividir, por mitose, várias vezes, se diferenciar e formar as outras células do corpo.

Foi lembrado que, para que a divisão celular aconteça, é fundamental que haja a duplicação do material genético anteriormente. Este processo, chamado replicação, ocorre na intérfase. Somente após a intérfase, o material genético é dividido nas etapas de mitose e meiose originando as células filhas.

Esses processos e suas diferenças, foi explicado para os alunos de forma resumida, apenas para lembrar os conteúdos estudados em anos anteriores e permitir que eles relacionem a hereditariedade com as células e a formação de novos seres vivos.

A aula seguiu com a explicação sobre as diferenças entre as células formadas nos dois processos. Pois, na meiose, há formação de células haplóides, que são distintas geneticamente umas das outras, nesse caso, todas as células resultantes, serão portadoras apenas um conjunto de cromossomos, estas são as células gaméticas humanas: ovócito e espermatozóide.

Já a mitose é uma duplicação que origina células iguais à original, no caso a espécie humana, as células resultantes da mitose possuem dois conjuntos completos de cromossomos e por isso são chamadas de diplóides (di: prefixo que significa dois). Nas células diplóides, um conjunto de material genético é proveniente da mãe e outro do pai, formando assim 23 pares de cromossomos.

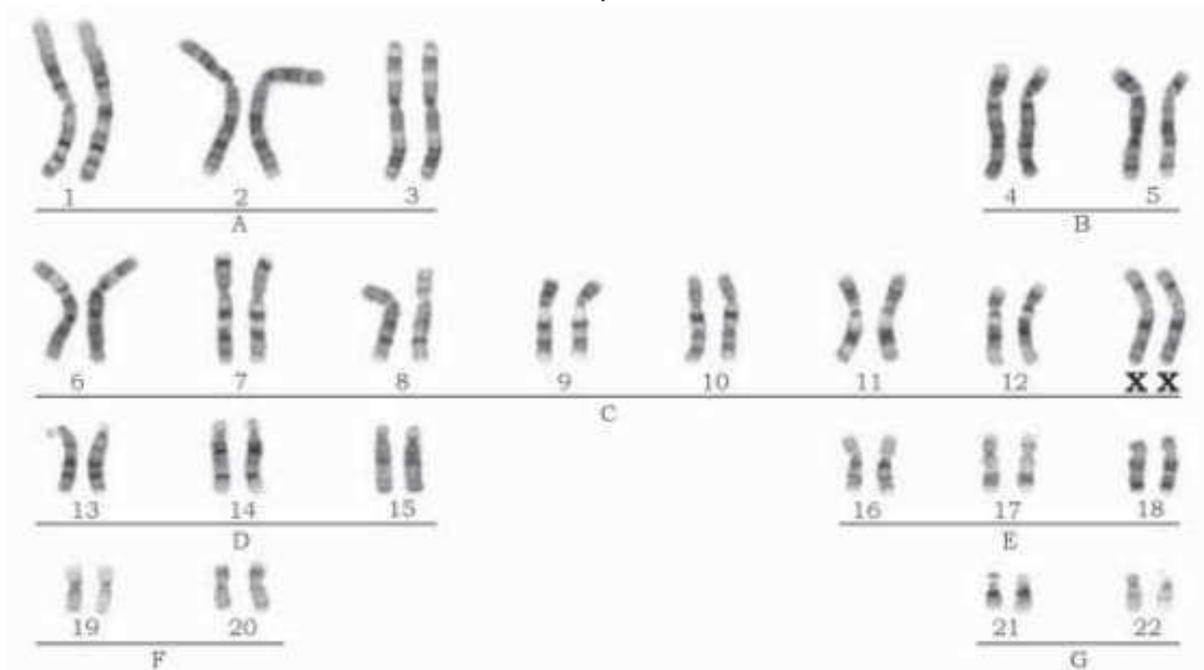
A aula seguiu com a discussão sobre os “fatores” que Mendel supôs existir em seus experimentos. Pois, para ele, se uma ervilha tinha cor amarela, ela deveria ter algum “fator” responsável por essa característica, o mesmo deveria ocorrer com a cor verde.

Com o propósito de perceber se os alunos entendiam a compactação do DNA para a formação da cromatina e dos cromossomos, foi levantada a seguinte questão problema: “ a molécula de DNA é grande, se a colocássemos em uma linha reta, ela pode ter mais de dois metros em cada célula, dessa forma, como seria possível ela ficar guardada num espaço tão pequeno quanto o núcleo celular?”

A aula seguiu, de forma expositiva, com a explicação sobre alguns conceitos importantes em genética, como: cromossomos, cromossomos homólogos, cromossomos sexuais, genes alelos, locus gênico, cariótipo.

Foi exibida uma imagem na tela com um cariótipo humano (FIGURA 15), nele foi possível perceber os 23 pares de cromossomos dispostos. Foi explicado que aquele cariótipo era proveniente de uma célula diplóide, pois apresentava os dois conjuntos de cromossomos. Caso fosse uma célula haplóide, como um gameta, essa disposição em duplas não aconteceria, pois nelas só existe um conjunto de cromossomos.

FIGURA 15 - Cariótipo humano feminino.



Fonte: Mustacchi, Peres, 2000. p. 266.

Com essa estratégia, foi explicado que, nas células somáticas, os cromossomos são homólogos, ou seja, formam pares, assim como os pares de sapato que usamos, onde um se combina com o outro, que tem características semelhantes. A analogia foi compreendida pela turma. Foi citado também que os cromossomos sexuais X e Y da espécie humana não são homólogos.

Ao final da aula, foi solicitado, que os alunos respondessem às perguntas propostas no livro didático, como forma de revisar os conteúdos. As questões estavam disponíveis na página 27 do livro didático *Biologia Hoje*. As questões envolviam a formação dos gametas, a divisão celular, a hereditariedade e os cromossomos homólogos e seus alelos. As respostas deveriam ser registradas nos cadernos.

Como tarefa de casa, os alunos deveriam criar atividades utilizando os conceitos ensinados na aula. Eles poderiam usar, como sugestão, as cruzadinhas, caça-palavras e forca que foram mostrados como exemplos. Para o cumprimento da

tarifa, os alunos foram lembrados da utilização dos aplicativos que foram exibidos na primeira aula. As atividades deveriam ser entregues por whatsapp ou e-mail até a próxima aula.

3.2.4 Genótipo x fenótipo. Homozigoto x heterozigoto.

Recursos utilizados na 4º etapa da sequência didática:

- Sala de aula com quadro branco.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Sites acessados:
<https://www.youtube.com/watch?v=Z2y8sF89YHA> (vídeo sobre a diferença entre genótipo e fenótipo).
<https://www.youtube.com/watch?v=RU9cDK1tiA> (vídeo sobre a diferença entre heterozigoto e homozigoto).
- Sites e aplicativos usados para execução das tarefas:
<http://www.canva.com.br> (Canva).
- Aplicativos para envio das atividades solicitadas: WhatsApp ou e-mail.

Habilidades da BNCC relacionadas a 4º etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A aula iniciou com a correção dos exercícios que foram solicitados na aula anterior. Os alunos participaram da correção e fizeram comentários sobre suas respostas. As atividades criadas foram analisadas e valorizadas, com pontos no bimestre.

Após a correção, toda a aula seguiu de forma expositiva dialogada. Foi exibido um pequeno vídeo, de pouco mais de um minuto, sobre a diferença entre genótipo e fenótipo, que está disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=Z2y8sF89YHA>. O vídeo define os dois conceitos: genótipo e fenótipo e evidencia a diferença entre eles. Professora e alunos comentaram sobre o conteúdo do vídeo e sobre a diferença entre os dois termos.

A seguir, a aula continuou com a explicação didática, para atender a concepção pedagógica, dos conceitos de homozigoto e heterozigoto. Foi explicado que homozigotos são os indivíduos com alelos similares. Já os heterozigotos são indivíduos que apresentam alelos diferentes para uma mesma característica.

Para alcançar a compreensão, foi representado no quadro um alelo hipotético “A” e outro “a” e informou que sempre um alelo vem do pai, outro da mãe, pois o exemplo considerava um organismo diplóide.

Destacou também que alelos são aqueles que ocupam o mesmo lugar em cromossomos homólogos e estão envolvidos na determinação de um mesmo caráter, em seguida, exibiu o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=RU9cDK1tiA> a exibição durou pouco mais de um minuto e serviu para reforçar os conceitos.

Após a exibição, foi retomado o assunto sobre recessividade e dominância, observadas por Mendel em seus experimentos. Esse tema já havia sido iniciado, de forma superficial, na segunda aula da sequência didática, quando foi exibido o documentário sobre a vida de Mendel.

Agora, com os outros termos abordados, algumas questões foram retomadas para consolidar o conteúdo. Em sua explicação, a professora disse que alelos recessivos são aqueles que, para se expressarem, precisam ocorrer em dose dupla, ou seja, aos pares. Já os alelos dominantes se expressam mesmo quando ocorrem em dose única, ou seja, mesmo que apareçam com um alelo diferente do seu tipo, sua característica será expressa.

Foi solicitado que os alunos observassem a tabela da página 13, do livro didático Biologia Hoje (FIGURA 16). A tabela exhibe sete características presentes nas ervilhas. Sendo que cada uma delas tem duas variáveis, ou seja, uma variável é dominante enquanto a outra é recessiva e cada uma dessas variáveis irá se expressar por meio da relação de dominância e recessividade.

FIGURA 16: Características das ervilhas estudadas por Mendel.

Características das ervilhas estudadas por Mendel		
Forma da semente	 lisa	 rugosa
Cor da semente	 amarela	 verde
Forma da vagem	 lisa	 ondulada
Cor da vagem	 verde	 amarela
Cor da flor	 púrpura	 branca
Posição da flor	 axial (ao longo do caule)	 terminal (na ponta do caule)
Tamanho da planta	 alta (cerca de 2 m)	 baixa (menos de 0,5 m)

Fonte: Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 2017.

Foi exemplificada a relação entre os alelos responsáveis pela cor da semente com as letras “V” para o alelo dominante que gera a característica amarela e “v” para o alelo recessivo que, em dose dupla, é capaz de expressar a forma verde. Também foi mencionado que há uma convenção em representar os alelos usando as letras iniciais das características recessivas.

Depois das explicações, foi solicitado, que os alunos observassem, na página 15 do livro didático *Biologia Hoje*, uma tabela que exhibe de forma didática os genótipos presentes no interior da célula, a forma como escrevemos estes alelos e os fenótipos resultantes (FIGURA 17).

FIGURA 17: Representação de fenótipos e genótipos para a cor e forma da ervilha.

Célula	Genótipo	Fenótipo
	VV	
	Vv	
	vv	
	RR	
	Rr	
	rr	

Fonte: Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 2017.

Dando continuidade, foi explicado que, algumas características, em humanos, seguem a lei de dominância e recessividade mendeliana, é o caso da Fenilcetonúria (PKU), uma condição que afeta pessoas homocigotas portadoras de dois alelos recessivos mutados para esse gene. A condição é caracterizada pela mutação no gene PAH (que codifica a fenilalanina hidroxilase, uma enzima responsável por metabolizar a fenilalanina, um aminoácido presente em alimentos proteicos). Nesse caso, pessoas normais possuem alelos “AA” ou “Aa”, os afetados serão “aa”. Para consolidar o conteúdo, foi pedido que os alunos respondessem a questão da página 28, do livro didático, que considera a prole de um casal que é heterocigoto para a fenilcetonúria. As perguntas e a correção das questões foram feitas em sala de aula, de forma dialogada com a turma.

Como tarefa de casa, os alunos deveriam criar histórias em quadrinhos sobre: a diferença entre genótipo e fenótipo, a diferença entre homocigotos e heterocigotos e a herança genética da fenilcetonúria em humanos. As tarefas deveriam ser enviadas no formato digital.

3.2.5 A primeira lei de Mendel. As características das ervilhas.

Recursos utilizados na 5ª etapa da sequência didática:

- Sala de aula com quadro branco e projetor digital.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Imagem de atividade projetada na tela (cruzamento hipotético de ervilhas e representações de quadros de Punnett).
- Lápis de cor (amarelo e verde).
- Sites acessados: <https://www.youtube.com/watch?v=-LVAbqX8Ctl> (vídeo: primeira lei de Mendel).
- Aplicativos para envio das atividades solicitadas: WhatsApp ou e-mail.

Habilidades da BNCC relacionadas a 5ª etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A aula foi iniciada com a conferência das tarefas de casa da aula anterior. A professora combinou que faria o trabalho de edição e correção das histórias no final da sequência didática. Além disso, foi prometido para os alunos que haveria a exibição de alguns trabalhos em uma página do instagram que foi criada especialmente para este fim.

Diante de todo o exposto nas aulas anteriores, a sequência didática seguiu com a representação da primeira lei de Mendel com a seguinte frase: “cada característica é condicionada por um par de fatores que se separam na formação dos gametas.” Esta lei é conhecida como lei da segregação dos fatores e explica como os traços hereditários são passados de uma geração para outra. As leis de Mendel não se aplicam a todos os tipos de herança, pois, na verdade, elas são válidas em determinados casos.

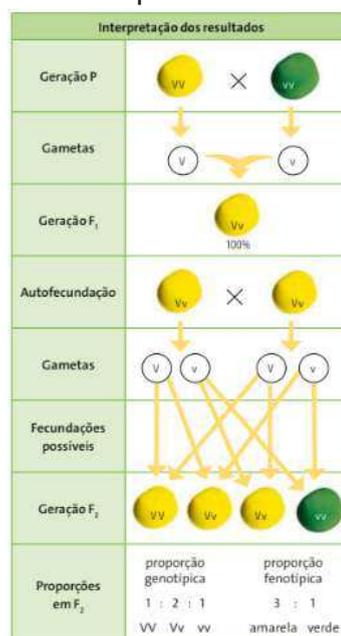
O objetivo de retomar esse assunto, era fazer uma análise da primeira lei de Mendel de forma atualizada, associando-a com os conhecimentos posteriores, que foram descobertos depois dos experimentos mendelianos e que foram abordados com os alunos nas aulas anteriores.

Para complementar, houve a exibição do vídeo do canal “Museu interativo”, disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=-LVAbqX8Ctl>, o vídeo faz um breve resumo, em 3 minutos e meio, sobre a lei da segregação dos fatores mendelianos.

Foi lembrado que, quando o monge cruzou ervilhas puras amarelas e verdes (parentais homozigotas), todas as sementes resultantes eram amarelas (heterozigotas). No entanto, ao cruzar os indivíduos dessa primeira geração, o fator verde reapareceu em 25% dos descendentes, o que mostra que a característica verde não desapareceu, mas sim estava oculta, nos indivíduos que surgiram no primeiro cruzamento.

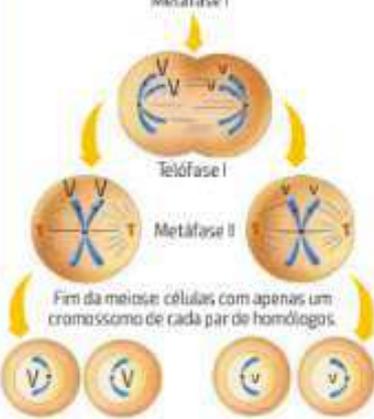
Logo em seguida, foi falado aos alunos que os fatores hereditários, que hoje chamamos de genes, se separam na formação dos gametas. Sendo assim, na fecundação, haverá união de dois conjuntos de cromossomos para formar a célula diplóide que, agora, terá um par de alelos (variantes de um gene), sendo que cada alelo veio de um genitor. A meiose, que é o processo de divisão celular que forma os gametas, também foi brevemente recordado para organizar a explicação. A explicação foi também relacionada com os quadros das páginas 17 e 18 do livro didático Biologia Hoje (FIGURAS 18 e 19).

FIGURA 18 - Cruzamento entre plantas de ervilhas amarelas e verdes.



Quadro presentes no livro didático Biologia Hoje, na página 17.. Fonte: Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 2017.

FIGURA 19 - Quadro comparativo de formação dos gametas.

Conclusões de Mendel	Interpretações atuais
Cada caráter é condicionado por um par de fatores.	<p>cromossomos homólogos</p>  <p>Alelos que condicionam a cor da semente.</p> <p>Cada caráter é condicionado por um par de alelos.</p>
Esses fatores se separam na formação dos gametas.	<p>Metáfase I</p>  <p>Telfase I</p> <p>Metáfase II</p> <p>Fim da meiose: células com apenas um cromossomo de cada par de homólogos.</p> <p>Em consequência do emparelhamento e da separação dos cromossomos homólogos na meiose, os alelos se separam na formação dos gametas.</p>
Nos gametas, os fatores ocorrem em dose simples, ou seja, os gametas são puros.	 <p>Gameta com alelo V</p> <p>Gameta com alelo v</p> <p>Como a meiose produz células com apenas um cromossomo do par, cada gameta possui apenas um alelo de cada par de alelos. Não há, portanto, "gametas híbridos".</p>

Quadro presente na página 18 do livro didático *Biologia Hoje*, relacionando os experimentos de Mendel com as formação dos gametas na meiose. Fonte: Linhares, Gewandszajder, Pacca, 2017.

Alguns cruzamentos hipotéticos foram representados no quadro com auxílio de slide (FIGURA 20). No primeiro quadro de Punnett foi simulado o cruzamento entre duas ervilhas heterozigotas amarelas. O segundo quadro de Punnett representou o cruzamento entre uma ervilha homozigota recessiva verde e outra ervilha heterozigota amarela. O terceiro quadro de Punnett representou o cruzamento entre duas ervilhas homozigotas recessivas verdes.

FIGURA 20 - Atividade utilizada com os alunos.

Vamos colorir? Nessa atividade você vai precisar de lápis de cor verde e amarelo. Utilize os quadros de Punnet para simular os cruzamentos solicitados. Em seguida, pinte as ervilhas resultantes com as cores esperadas de acordo com a 1ª lei de Mendel.

Cruzamento entre ervilhas heterozigotas amarelas:

Fenótipo esperado:



Cruzamento entre ervilha homozigota recessiva verde e outra ervilha heterozigota amarela:

Fenótipo esperado:



Cruzamento entre ervilha homozigota recessiva verde e outra ervilha heterozigota amarela:

Fenótipo esperado:



Slide projetado no quadro durante a aula sobre a segregação dos fatores de Mendel. Os alunos deveriam reproduzi-lo em seus cadernos e pintar as ervilhas com os fenótipos resultantes. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

Após essa breve revisão, foi solicitado que os alunos criassem seus próprios quadros de Punnet, similares ao que foi criado no slide. No entanto, eles deveriam utilizar outras características e variações de alelos.

A continuidade da aula se deu com a abordagem do assunto sobre cruzamento teste, que serve para descobrir se um indivíduo é portador de um caráter dominante é homozigoto ou heterozigoto. Para solucionar a questão é necessário cruzá-lo com um indivíduo recessivo para a mesma característica. Se surgir algum descendente com caráter recessivo, o indivíduo é heterozigoto. Mas se, em uma grande prole, todos os indivíduos apresentarem somente a característica dominante, há maiores chances daquele indivíduo ser homozigoto.

A aula seguiu com a execução de algumas atividades do livro didático. Foram selecionadas questões que abordam assuntos relevantes como: a fibrose cística, a segregação dos cromossomos na meiose, a doença de Von Willebrand e Síndrome de Spooan. A execução das questões é importante, pois espera-se que esta ação seja capaz de fixar o conteúdo lecionado, colaborando com a aprendizagem. Os

alunos enviaram as atividades executadas por WhatsApp e e-mail para a professora conferir a execução das mesmas.

3.2.6 Alelos letais, dominância incompleta, codominância, variações da lei de Mendel e exemplos no cotidiano.

Recursos utilizados na 6º etapa da sequência didática:

- Sala de aula com quadro branco.
- Resumo explicativo, no quadro, com a comparação entre as heranças em casos de: alelos letais, dominância incompleta e codominância.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Experimento. Materiais: 4 potes de tinta guache, nas cores: amarela, azul, vermelha e laranja. Frasco com 50 ml de óleo de soja. Copo com 200 ml de água. 3 colheres de sopa. Pincel. Copos descartáveis.
- Aplicativos para envio das atividades solicitadas: WhatsApp ou e-mail.

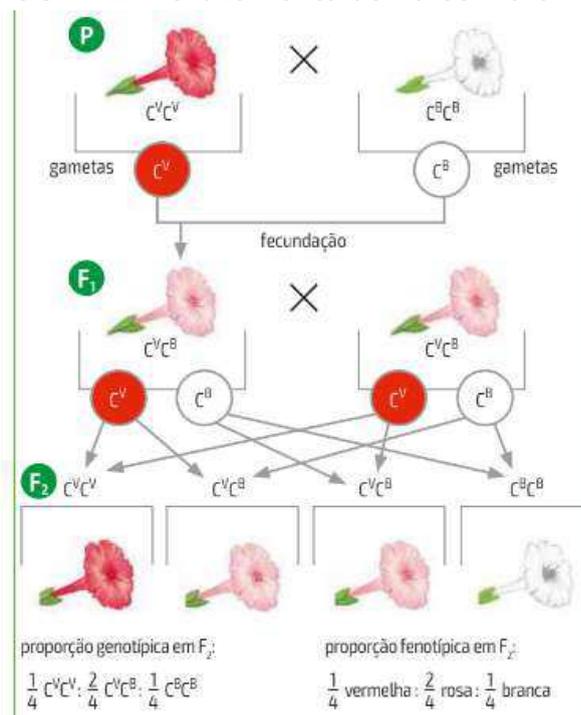
Habilidades da BNCC relacionadas a 6º etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A aula começou com os alunos mostrando os quadros de Punnet com os 3 cruzamentos hipotéticos, criados por eles. Esta tarefa foi solicitada na aula anterior. Os arquivos foram mostrados nos celulares. Foi pedido que eles encaminhassem o material digitalizado para a professora, para que fosse possível editar no formato adequado para integrar o almanaque. A maioria dos alunos utilizou a cor das flores das ervilhas para representar os cruzamentos.

A sequência didática seguiu, com a professora dizendo que, nos experimentos mendelianos, ocorria a chamada dominância completa, pois um alelo dominante se expressava mesmo em dose única. No entanto, há variações, pois nem todas as características seguem essa regra, há por exemplo a dominância incompleta. Assim, foi utilizado o exemplo das flores maravilha (*Mirabilis jalapa*) para explicar como esse tipo de dominância acontece.

A imagem da página 20, do livro didático (FIGURA 21), com a representação do cruzamento das flores maravilha, foi utilizada na explicação. Nesse caso, observa-se que a presença de dois alelos diferentes que geram juntos um fenótipo intermediário no indivíduo heterozigoto. Isso acontece pois não há relação de dominância entre eles, ambos se unem para formar um terceiro fenótipo.

FIGURA 21: Cruzamento de flores maravilha



Representação do cruzamento entre as flores maravilha, representando a dominância incompleta. Fonte: Linhares, Gewandszajer, Pacca, 2017.

Na sequência, foi explicada a codominância. Esse assunto foi tratado, pois é comum que os alunos a confundam com a dominância incompleta. Foi utilizado o exemplo de codominância entre os alelos A e B, no sistema sanguíneo ABO humano. Os alelos A e B apresentam relação de dominância sobre o alelo O. Mas quando os alelos A e B aparecem juntos, no mesmo indivíduo, o que ocorre é uma relação de codominância, pois os dois alelos vão se manifestar ao mesmo tempo, formando assim, o sangue AB. Como estratégia didática, os alelos foram representados como: A, B e o. A relação de codominância foi representada no quadro.

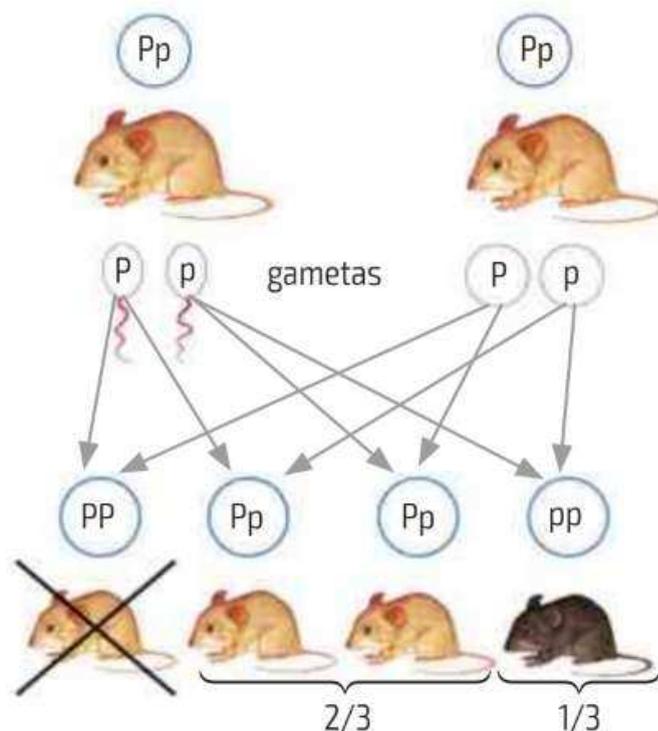
Diante da explicação, foi levantada a seguinte questão: “um aluno descobriu, por meio de um exame, que seu sangue é do tipo O. Curioso, ele perguntou para

seus pais quais são os tipos sanguíneos deles. Sua mãe disse que é tipo A. Já seu pai, é do tipo B. Será que ele pode mesmo ser filho desse casal?” Foi dado alguns minutos para que os estudantes pensassem, alguns se manifestaram, disseram que não era possível que o aluno fosse filho do casal, mas outros discordaram e afirmaram que, se o casal tivesse ambos os genitores heterozigotos, seria sim possível o filho nascer com o tipo sanguíneo O. Portanto, a solução da questão foi atingida satisfatoriamente.

A aula seguiu com a explicação sobre os alelos letais. O exemplo utilizado foi o dos camundongos (FIGURA 22). Nesse caso, a pelagem amarela é condicionada pelo alelo dominante P, a pelagem marrom, pelo alelo recessivo p, mas a presença de dois alelos dominantes para a cor amarela resulta na morte do camundongo. Assim, o camundongo portador dos alelos PP morre antes do nascimento.

O cruzamento entre dois camundongos heterozigotos amarelos, resulta numa prole de 2 indivíduos amarelos para 1 indivíduo marrom, ou seja, diferente da relação obtida nos experimentos de Mendel.

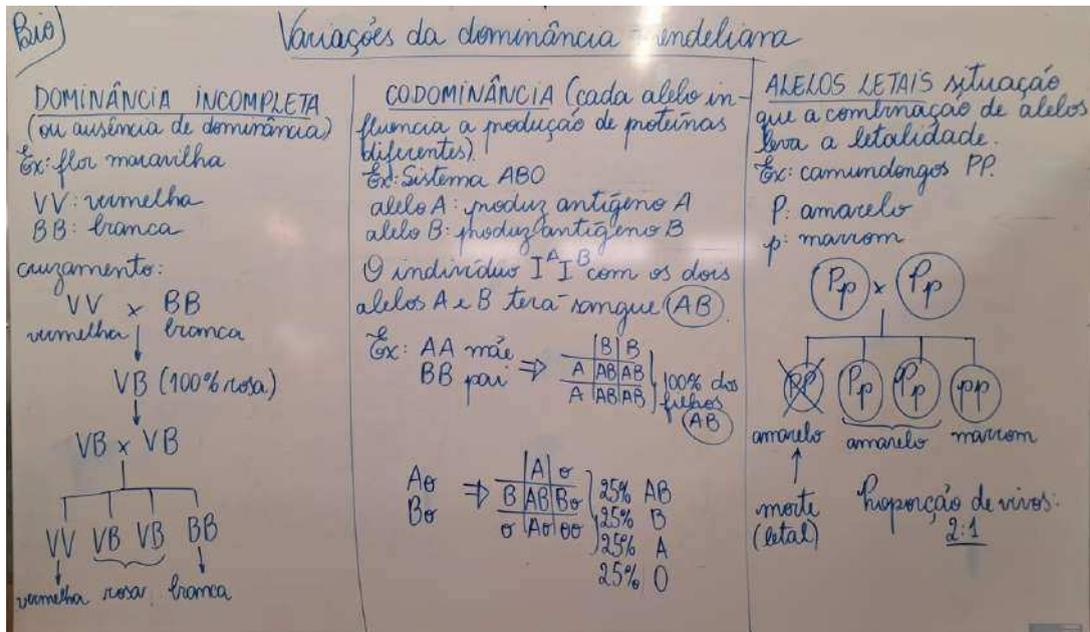
FIGURA 22 - Cruzamento dos camundongos.



Representação do cruzamento entre dois camundongos heterozigotos amarelos, onde a presença de dois alelos PP, no mesmo indivíduo, resulta na letalidade. Fonte: Linhares, Gewandszajder, Pacca, 2017.

No quadro, foi realizado um resumo explicativo sobre as diferenças entre a dominância incompleta, a codominância e os alelos letais, no quadro (FIGURA 23).

FIGURA 23 - Quadro de aula.



Quadro com explicações sobre e dominância incompleta, codominância e alelos letais.
Fonte: arquivo pessoal da autora (2023).

Em seguida, foi realizado um pequeno experimento inspirado no artigo de Sant'Anna e seus colaboradores, publicado em 2020. Essa atividade facilita o entendimento da dominância completa, dominância incompleta e codominância. Devido ao tempo limitado de aula e para evitar sujeira na sala, a professora realizou o experimento e os alunos puderam manusear e ver os resultados de perto. Para cada etapa, os alunos deveriam anotar os resultados encontrados e relacionar com os tipos de dominância.

Instrução para o experimento:

Etapa 1: Colocar na mesa os seguintes materiais: 4 potes de tinta guache, nas cores: amarela, azul, vermelha e laranja; um pequeno frasco de óleo, um copo de água, três colheres, pincel e copos descartáveis para realizar as misturas (FIGURA 24).

Etapa 2: misturar partes iguais da tinta vermelha com água (1 colher de sopa de água e 1 colher de sopa de tinta vermelha).

Etapa 3: misturar quantidades iguais de tinta amarela e azul (1 colher de sopa de tinta amarela e 1 colher de sopa de tinta azul)

Etapa 4: misturar a tinta de cor laranja com o óleo (1 colher de sopa de tinta laranja com 1 colher de sopa de óleo de soja).

Após cada mistura, os alunos relataram e discutiram sobre os resultados encontrados e compararam com os tipos de dominância possíveis de serem observadas.

FIGURA 24 - Objetos do experimento.



Objetos utilizados para a realização dos experimentos. Fonte: arquivo pessoal da autora. 2023.

No final da aula, como tarefa de casa, foi solicitado que a turma fizesse uma pesquisa sobre o tipo de dominância que ocorre nos gatos Manx, pois este é um caso de alelos letais, onde a presença de dois alelos dominantes gera a letalidade no organismo homozigoto. A pesquisa deveria ser apresentada na aula seguinte.

3.2.7 O di-hibridismo e a segunda lei de Mendel: lei da segregação independente. As leis de Mendel e o comportamento dos cromossomos durante a meiose.

Recursos utilizados na 7^o etapa da sequência didática:

- Sala de aula com quadro branco.

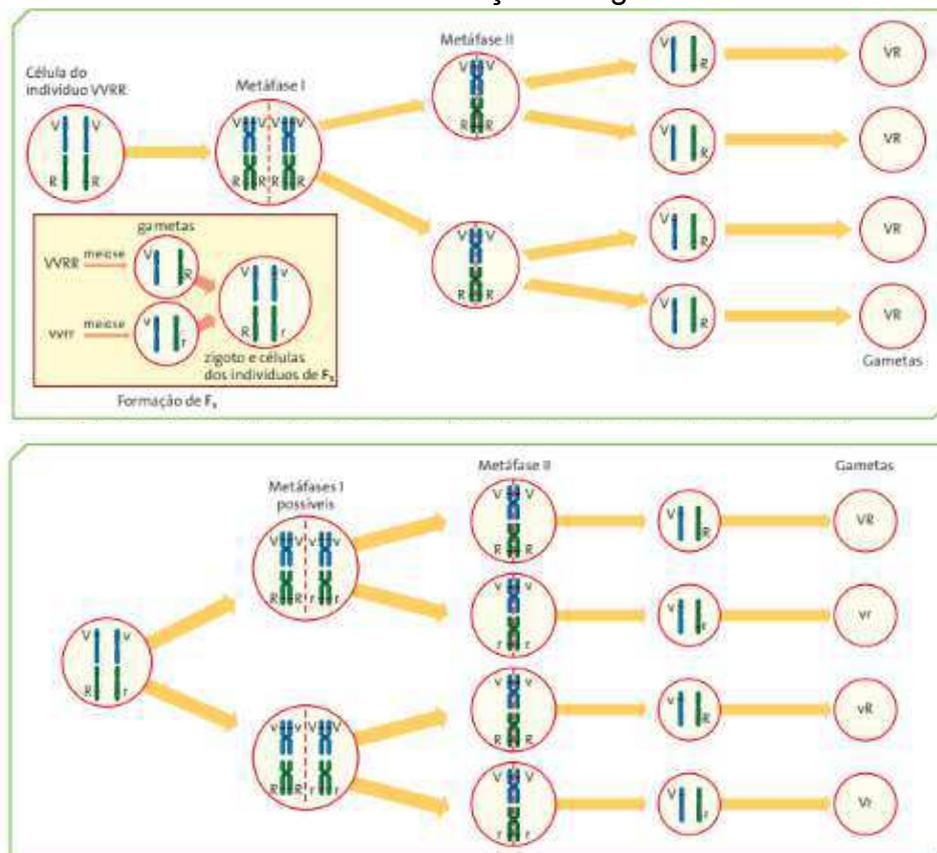
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 3º ed. 2017).
- Aplicativos para envio das atividades solicitadas: WhatsApp ou e-mail.

Habilidades da BNCC relacionadas a 7º etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A aula foi iniciada com os relatos dos alunos a respeito da pesquisa sobre os gatos Manx e os alelos letais. As pesquisas enviadas para a professora foram valorizadas com pontos no bimestre.

Em sequência foi retomado o assunto sobre a divisão celular do tipo meiose, na formação dos gametas. A intenção era relembrar a segregação dos cromossomos e conseqüentemente a separação independente dos pares de alelos. Para essa explicação foram usadas as imagens da página 34 do livro didático (FIGURA 25).

FIGURA 25 - Formação dos gametas.



Imagens do livro didático (página 34) representando a meiose e a formação dos gametas. Fonte: Linhares, Gewandsznajder, Pacca, 2017.

Foi utilizado o exemplo sugerido pelo livro para continuar a explicação da segunda lei. No exemplo, uma ervilha amarela e lisa, de genótipo “VVRr”, foi fecundada com outra de genótipo “vvrr” verde rugosa (FIGURA 26).

Foi solicitado que os alunos dissessem quais gametas seriam possíveis. Em conjunto com a turma, a professora foi preenchendo o quadro com a ajuda dos alunos. A proporção 9:3:3:1 foi observada.

FIGURA 26 - Quadro da segunda lei de Mendel.

P	F ₁	F ₂				
 VVRR ×  vvrr	 VvRr (autofecundação)	VR	Vr	vR	vr	
		 VVRR	 VVRr	 VvRR	 VvRr	<ul style="list-style-type: none"> • 9/16 amarela e lisa • 3/16 amarela e rugosa • 3/16 verde e lisa • 1/16 verde e rugosa
		 VVRr	 VVrr	 VvRr	 Vvrr	
		 VvRR	 VvRr	 vvRR	 vvRr	
		 VvRr	 Vvrr	 vvRr	 vvrr	

Quadro do livro didático (página 35) representando o cruzamento entre ervilhas amarelas e lisas com ervilhas verdes e rugosas. Representação utilizada para representar o funcionamento da segunda lei de Mendel. Fonte: Linhares, Gewandszajder, Pacca, 2017.

A seguir, como treinamento, foi pedido que os alunos considerassem um organismo hipotético: onde o alelo “A” origina fenótipo baixo, o alelo “a” origina fenótipo alto, o alelo “B” origina fenótipo azul e o alelo “b” origina fenótipo branco. A questão proposta foi: "Considere um animal com o genótipo AaBb. Se ele cruzar com outro animal também AaBb, quais as chances de originar um descendente baixo e azul?" (FIGURA 27).

Foi recomendado que eles anotassem a pergunta no caderno e solucionassem a questão. Alguns minutos foram necessários para a execução da tarefa, em seguida, a correção foi realizada, junto com os alunos, no quadro. A proporção referente à segunda lei de Mendel foi observada.

FIGURA 27 - Atividade no quadro.

Segunda lei de Mendel
 Treinamento:
 Considerando os organismos hipotéticos: $AaBb \times AaBb$

A = baixo	AB	Ab	aB	ab
a = alto	AB	AaBb	AaBb	AaBb
B = azul	Ab	AaBb	AaBb	AaBb
b = branco	aB	AaBb	AaBb	AaBb
	ab	AaBb	AaBb	AaBb

$AA BB = \frac{1}{16} \rightarrow$ baixo e azul (1)
 $AA Bb = \frac{2}{16} \rightarrow$ baixo e azul (2)
 $Aa BB = \frac{2}{16} \rightarrow$ baixo e azul (2)
 $Aa Bb = \frac{4}{16} \rightarrow$ baixo e azul (4) } 9
 $AA bb = \frac{1}{16} \rightarrow$ baixo e branco (1) } 3
 $Aa bb = \frac{2}{16} \rightarrow$ baixo e branco (2) } 3
 $aa BB = \frac{1}{16} \rightarrow$ alto e azul (1) } 3
 $aa Bb = \frac{2}{16} \rightarrow$ alto e azul (2) } 3
 $aa bb = \frac{1}{16} \rightarrow$ alto e branco (1) } 1

Chame de surgir organismos
 baixo e azul: $\frac{9}{16} = 56,25\%$

Atividade de treinamento sobre a segunda lei de Mendel. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

Foi pedido que os alunos criassem suas próprias situações problemas utilizando a segunda lei de Mendel. A intenção era provocá-los a pensar sobre as possibilidades de aplicação da lei. Como tarefa de casa, algumas questões foram selecionadas do capítulo do livro para que os alunos respondessem no caderno.

3.2.8 Oficina de edição das histórias em quadrinhos e das atividades criadas pelos alunos e pela professora.

Recursos utilizados na 8ª etapa da sequência didática:

- Sala de informática com computadores, projetor, internet e quadro branco.
- Livro didático Biologia Hoje (Linhares, Gewandszajder, Pacca, 3ª ed. 2017).
- Sites acessados:

<https://www.canva.com> (Canva).

<https://www.bitmoji.com> (Bitmoji).

<https://www.geniol.com.br> (Geniol).

<https://www.educolorir.com.br> (Educolorir).

<https://www.puzzel.org/pt> (Puzzel).

Habilidades da BNCC relacionadas a 8ª etapa: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EF09CI08, EF09CI09, EM13LGG701, EM13LGG702, EM13LGG703, EM13LGG704.

A oficina de edição de histórias em quadrinhos ocorreu na sala de informática da escola. As equipes já haviam sido montadas previamente, com os e-mails dos estudantes no aplicativo de edição Canva.

Cada grupo possuía acesso ao arquivo digital e poderia editar o projeto de forma coletiva. A professora também podia acessar e editar todos os projetos. Os alunos foram divididos em 5 grupos (com 5 ou 6 alunos em cada grupo) com os respectivos temas:

- 1º grupo: A história de Mendel e conceitos básicos em genética.
- 2º grupo: Genótipo, fenótipo, alelos homocigotos e heterocigotos.
- 3º grupo: A primeira lei de Mendel e as características das ervilhas.
- 4º grupo: Alelos letais, dominância incompleta, codominância.
- 5º grupo: A segunda lei de Mendel e a meiose.

Foi dito que a divisão de temas, em projetos digitais separados, iria servir para facilitar a organização, além de evitar riscos maiores de perdas dos arquivos, mas que, ao final, a professora iria reunir todos os arquivos e padronizá-los, para que juntos eles integrassem um único almanaque.

Cada grupo tinha como tarefa a criação de pelo menos duas histórias em quadrinhos e duas atividades lúdicas sobre cada assunto. Questões problemas poderiam ser inseridas, além de joguinhos, charadas, desafios, entre outras. As histórias deveriam ser explicativas ou poderiam conter exemplos de situações que fossem capazes de abordar o tema de cada grupo.

Os grupos deveriam criar os personagens que iriam integrar as tirinhas. Foi acordado que, para atingir um padrão estético, todos os personagens deveriam ser criados no aplicativo Bitmoji. Tal criação foi bastante fácil e simples. Em poucos minutos, os alunos montaram personagens fictícios (avatars) com variadas expressões faciais. Tal situação foi possível, pois o aplicativo Bitmoji é bastante intuitivo, é possível escolher várias características físicas, além de roupas, acessórios e cenários que são gerados automaticamente após a formação do personagem.

Ao longo das aulas anteriores da sequência didática, os estudantes já haviam criado algumas tirinhas, eles utilizaram o livro didático como referência bibliográfica,

além de sites que foram indicados no grupo de whatsapp dos alunos. Eles também criaram cruzadinhas e caça palavras. Essas atividades serviram de treinamento e inspiração para a criação da revista. Os alunos foram informados que poderiam aproveitar essas atividades, caso desejassem, desde que os arquivos fossem transferidos para o formato gráfico do projeto.

Foi explicado que a padronização gráfica da revista é importante, pois demonstra organização e capricho com o trabalho desenvolvido, e os alunos concordaram com esta necessidade.

Reunidos em grupos, eles mostraram para os colegas as criações que elaboraram ao longo das aulas da sequência. Juntos eles adaptaram as atividades para o formato da revista.

A professora também atuou na edição, orientou sobre as funcionalidades que o aplicativo possui, corrigiu erros conceituais e ortográficos, acompanhou a execução das tarefas no aplicativo Canva e também ajudou os alunos nas dúvidas que surgiram sobre conceitos e funcionalidades de forma presencial, no dia da oficina, e de forma remota pois foi preciso aumentar o prazo de entrega, já que duas aulas não foram suficientes para finalizar.

4 RESULTADOS

Como resultado prático, o trabalho colaborativo entre alunos e professora, foi capaz de gerar, como produto: o almanaque. Este era o objetivo principal proposto. A equipe foi capaz de criar, editar e publicar o material. O produto recebeu o título de “Bioervilhas”, o nome foi escolhido por um aluno da turma e foi prontamente aceito pelos demais estudantes.

A revista aborda os assuntos: a primeira e a segunda lei de Mendel, e também os conceitos relacionados a elas como: hereditariedade, dominância completa, incompleta, alelos letais, codominância, genótipo, fenótipo, entre outros termos relevantes.

4.1 RESULTADOS OBTIDOS COM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E COM O PROCESSO DE CRIAÇÃO DO ALMANAQUE

A sequência didática planejada para o ensino de Genética mendeliana foi trabalhada de forma muito satisfatória. Em todas as etapas houve participação dos alunos. Eles foram sempre estimulados a pensarem e a responderem perguntas sobre o conteúdo, que eram feitas pela professora durante as aulas. Essas perguntas foram levantadas para tornar a aula mais dialogada e entender os pontos de dificuldades dos alunos.

Durante a primeira aula os alunos participaram da conversa dando seus relatos pessoais sobre a utilização de almanaques. Alguns alunos da turma disseram que ainda consomem esse tipo de material, pois há influenciadores digitais, chamados de *youtubers*, que produzem essas revistas que são hoje vendidas em livrarias e em sites de compras pela internet.

Ao apresentar o Canva, alguns alunos relataram que já conheciam a plataforma, inclusive, já realizaram projetos anteriores, na própria escola. Por se tratar de uma plataforma de fácil manejo, sem custos, o Canva foi relatado como o preferido pelos alunos, tanto para a criação de histórias em quadrinhos, como para a criação de atividades e edição de postagens para redes sociais.

Sobre a criação dos personagens, alguns alunos relataram que já haviam criado seus próprios avatares nesses mesmos aplicativos. Inclusive, eles disseram que

utilizam essas criações para a comunicação digital naquilo que eles chamam de “figurinhas”, elementos comuns em conversas nas redes sociais.

Durante a revisão, houve bastante diálogo e participação da turma. Na discussão sobre os fatores que baseiam as leis de Mendel, foi questionado, para a turma, sobre o que poderiam ser esses “fatores”. Os alunos responderam prontamente que eles seriam “genes”. Pode-se perceber que os alunos correlacionaram os genes com as características de forma satisfatória, inclusive, relacionaram a hereditariedade com esse processo, ao afirmarem que ervilhas de fenótipo amarelo foram geradas pela presença de alelo dominante que foi proveniente de um dos genitores ou de ambos.

No problema levantado sobre o tamanho do DNA, um dos alunos respondeu que ela estava “enrolada, como um carretel”, e quando perguntados sobre o que permitia esse “enrolamento do DNA”, nenhum aluno conseguiu associar com a palavra “proteína”, então, a professora usou a oportunidade para falar um pouco sobre a condensação e principalmente do papel das histonas nesse processo.

Para facilitar, foi desenhada uma dupla fita de DNA e, ao seu lado, uma representação da fita de DNA associada às proteínas histonas, promovendo o processo de compactação característico. Nessa mesma oportunidade, o desenho foi aproveitado na representação de genes hipotéticos, além das regiões íntrons e éxons, que também foram citadas e explicadas com auxílio da imagem.

Observamos também como um experimento, mesmo que simples, gera mais atenção e participação da turma e facilita o entendimento de determinados conteúdos complexos. Para representar a dominância completa, foram misturadas partes iguais da tinta vermelha com água, o que resultou na cor vermelha. Nesse caso, a cor vermelha representa a manifestação de um alelo dominante, capaz de se expressar mesmo na presença da água, que provinha de um alelo hipoteticamente recessivo (FIGURA 28).

FIGURA 28 - Mistura de tinta vermelha e água.



Tinta vermelha com água, resultando numa mistura de cor vermelha, uma representação hipotética de dominância completa. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

Para representar a dominância incompleta, foram misturadas quantidades iguais de tinta amarela e azul, obtendo uma terceira cor: o verde. Nesse caso, como houve combinação entre as duas cores, para formar uma terceira, essa mistura pode representar um caso de dominância incompleta, como ocorre entre as flores maravilha (FIGURA 29).

FIGURA 29 - Mistura de tinta azul e amarela.



Mistura de tinta amarela com tinta azul, resultando na cor verde, uma representação hipotética de dominância incompleta. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

No próximo copo, foram misturados a tinta de cor laranja com o óleo. No entanto, a mistura obtida não ficou homogênea, sendo possível perceber a presença

da cor laranja e do óleo separadamente. O que pode representar um caso de codominância, pois as duas substâncias ocorrem ao mesmo tempo, mas não se misturam formando uma terceira característica, similar ao que ocorre no sangue AB (FIGURA 30).

FIGURA 30 - Mistura heterogênea de óleo e tinta.



Mistura heterogênea de tinta guache laranja com óleo de soja, representando um caso hipotético de codominância. Fonte: acervo pessoal da autora (2023).

A exibição do experimento para a turma ocorreu de forma dialogada. Foi permitido que eles manipulassem os copos para que encontrassem uma resposta, assim, em conjunto, eles conseguiram identificar satisfatoriamente cada tipo de dominância representada.

O processo de criação do almanaque permitiu que a docente pudesse identificar algumas falhas de conceitos que os alunos apresentavam e, mediante essa observação, foi possível corrigir algumas delas ao longo das aulas, o que acredita-se que tenha melhorado a compreensão do assunto. Na segunda aula, por exemplo, o assunto hereditariedade foi discutido, a professora questionou aos alunos: “é comum que as pessoas sejam parecidas com seus pais. Em outros casos, percebe-se que elas se assemelham mais com os avós, ou outros parentes mais distantes, do que com seus pais, o que explica essa situação?” As respostas foram diversas, mas uma aluna disse que os genes fazem essa situação acontecer. Ou seja, a partir dessa resposta, a professora pode compreender que os alunos já admitiam a existência do material genético, no entanto, não conseguiram explicar com clareza o que eram esses genes.

Outro aluno disse que “genes e DNA são a mesma coisa”, o que mostra que eles conseguem relacionar os dois termos, mesmo estes não tendo exatamente o mesmo conceito. Uma aluna disse que gene é “um negócio que fica na célula e faz a gente ser vivo” as hipóteses foram discutidas e a professora pode complementar e corrigir as afirmações. Assim, mediante as respostas que os alunos ofereciam, a professora foi identificando quais eram os conteúdos que ainda não estavam consolidados.

Ao solicitar que os alunos criassem HQs e atividades ao longo das aulas, mesmo antes da montagem da revista, era fazer com que os alunos já tivessem contato e experiência com os aplicativos. Foi perceptível que, no início da produção das HQs, os alunos entregavam trabalhos com erros ortográficos e sem combinações faciais com as expressões dos personagens, sendo que estas características são importantes para a compreensão das tirinhas. No entanto, com a sequência das aulas e com a correção contínua, esse problema foi, aos poucos, sendo solucionado e houve melhor organização na criação. Com esse treino prévio, foi possível perceber que os alunos conseguiram atuar bem na edição, pois já dominavam melhor as funcionalidades disponíveis.

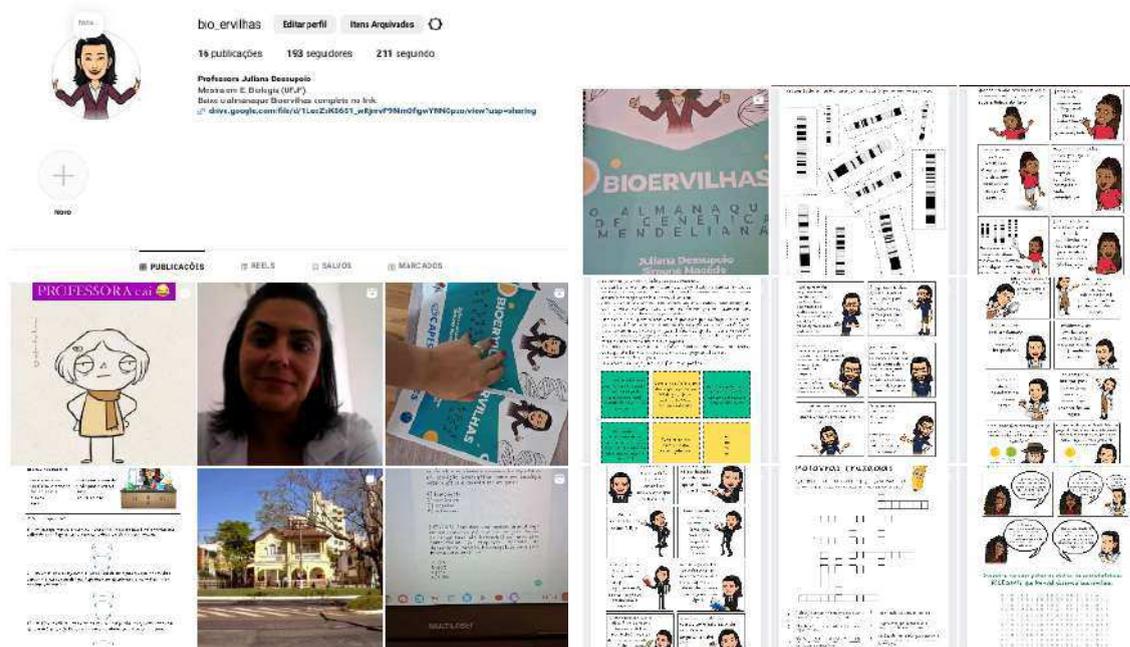
Os alunos foram estimulados a desenvolver a criatividade e para que isso fosse possível, eles utilizaram as TDIC's com relativa facilidade. Nenhum aluno entregou tarefas feitas por meio de desenhos manuais, mesmo sendo uma opção aceita no projeto. Assim, usando os aplicativos que foram sugeridos, eles montaram os personagens, alguns deles baseados nas características físicas dos próprios alunos e da professora. Os personagens criados entraram na composição das HQs, textos e atividades.

Durante a aplicação da sequência didática, os alunos foram incentivados a participar ativamente dos assuntos abordados, expondo suas dúvidas e buscando respostas para os questionamentos. O diálogo franco entre os envolvidos permitiu essa troca, os alunos tiveram a liberdade de usar internet para pesquisar os temas propostos, o que tornou a aula mais dinâmica. A professora precisou autorizar o uso dos aparelhos celulares na sala de aula, pois a utilização desses dispositivos na escola só é permitida quando os docentes desenvolvem trabalhos que necessitam deles.

O processo de criação e edição não conseguiu ser finalizado nas duas aulas programadas para a oficina, pois, a maioria dos grupos resolveu criar histórias e atividades novas. Assim, foi preciso aumentar o prazo dando mais 2 semanas para os alunos finalizarem os trabalhos.

A publicação da revista foi feita por meios digitais, através do instagram, na página @bio_ervilhas (FIGURA 31). A intenção de criar a página foi facilitar a divulgação. O arquivo do almanaque foi digitalizado e compactado (no formato pdf) para que fosse mais fácil divulgar entre os professores de biologia da escola e da rede estadual de Juiz de Fora. O almanaque também foi impresso e encadernado, hoje consta no acervo da biblioteca do colégio para que esteja disponível para os professores e alunos sempre que precisarem.

FIGURA 31- Página do almanaque @bio_ervilhas no instagram.



Página criada na rede social Instagram para a divulgação do almanaque Bioervilhas. Fonte: https://www.instagram.com/bio_ervilhas/. Acesso em Abril de 2024.

Ao analisar a aplicação do projeto, a professora compreendeu que o resultado final foi satisfatório, uma vez que foram atingidas as metas iniciais. Um fator que reforça tal percepção deve-se ao fato de que, como norma da instituição escolar, é necessário que haja a aplicação de pelo menos uma avaliação bimestral, no formato

tradicional, impressa. A professora cumpriu essa exigência e todos os alunos que realizaram a avaliação, obtiveram notas acima da média.

Na turma que desenvolveu o projeto, apenas uma aluna, que esteve ausente durante o período letivo (1º bimestre), não obteve a média de 60% que era a considerada adequada para a aprovação, segundo as regras do colégio. A ausência da aluna, com a conseqüente falta de execução das avaliações, prejudicou seu rendimento escolar. Todos os demais alunos foram assíduos nas aulas e executaram as atividades propostas, o que permitiu que a professora considerasse que a aplicação do projeto atendeu as expectativas.

4.2 RESULTADO DA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO ALMANAQUE BIOERVILHAS

O almanaque Bioervilhas, produto resultante desse trabalho, possui 63 páginas, aborda a genética mendeliana e algumas variações dela como a dominância incompleta, a codominância e os alelos letais.

O almanaque possui os seguintes elementos:

- Capa, sumário, apresentação do material, apresentação dos autores, ficha de identificação do leitor.

- Textos curtos com: breve relato da história de vida de Mendel e a hereditariedade. Explicações de conceitos como: alelos, cromossomos homólogos, locus gênico, homozigose e heterozigose.

- Imagens didáticas explicativas para que os alunos conseguissem identificar: o material genético, os cromossomos, os genes e os alelos.

- Histórias em quadrinhos que abordam, de forma compreensível, os assuntos: dominância e recessividade; a importância do uso das ervilhas nos experimentos; as características analisadas por Mendel em sua pesquisa; os “fatores” que eram responsáveis pelas características resultantes nos indivíduos; a primeira e a segunda lei de Mendel; o genótipo e o fenótipo; a meiose; a dominância incompleta, a codominância e os alelos letais; o sistema sanguíneo ABO; a regra do “e” e do “ou” nas probabilidades genéticas.

- Jogos e atividades de passatempo como: caça palavras, labirinto, quebra-cabeça do cariótipo, atividades para desenhar, colorir e colar, atividade de identificação dos alelos.

- Atividades e jogos de fixação e aprendizagem de conteúdos como: jogo da memória (com perguntas e respostas); jogo da forca, questões objetivas do ENEM e de algumas universidades; questões de investigações de situações propostas; identificação dos fenótipos a partir de análise do genótipo; aplicações das probabilidades; cruzadinhas com perguntas e respostas; atividade de colorir sobre a 2ª lei de Mendel; reproduções de quadros de Punnett, execução de experimentos com tintas e outros materiais na representação dos tipos de heranças.

- Resolução das atividades e referências utilizadas (no final da revista).

5 DISCUSSÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA MESTRANDA SOBRE A APLICAÇÃO DO PROJETO

A educação na escola desempenha um papel fundamental na formação, na evolução sociocultural, na disseminação do conhecimento e na capacitação de competências essenciais para a participação ativa dos indivíduos em suas comunidades. Ela proporciona oportunidades para a socialização entre os alunos, promovendo a aprendizagem da convivência interpessoal, o respeito às diversidades, expandindo horizontes, transformando realidades e possibilitando o desenvolvimento do pensamento crítico. Através do conhecimento adquirido, os indivíduos são melhor capacitados a direcionar suas vidas, cultivar princípios éticos e exercer a cidadania, compreendendo tanto seus direitos quanto suas responsabilidades perante a sociedade. Essas ideias vão de encontro com o que afirma a constituição brasileira, no artigo 205:

“A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.”
Art. 205 da Constituição Federal, p.123.

Diante dessas considerações, é essencial compreender que não basta simplesmente matricular os jovens nas escolas, mas sim oferecer qualidade efetiva de ensino, de forma que os alunos possam entender a importância dos conteúdos para além da sala de aula. Pensando nessa necessidade, este trabalho trouxe a proposta de criar um almanaque de genética mendeliana, de forma que os alunos que participaram do projeto, entendessem a importância da genética, nos mais variados aspectos dela com o ambiente que vivem e também pudessem, nessa mesma oportunidade, aprender a usar diferentes tecnologias para criar e organizar uma revista. A ideia consiste em aliar o conhecimento aplicado na escola com a prática da produção, o que pode ajudar no desenvolvimento, agregando valores que podem ser utilizados na vida deles para além do ensino médio.

No entanto, quando falamos da educação brasileira como um todo, sabemos que a tarefa de melhorar o ensino no país, não é simples de ser alcançada, pois as escolas necessitam de melhorias qualitativas. Esta afirmação coaduna com os

resultados obtidos pelos estudantes no PISA de 2022, divulgados em 2023. O Brasil foi avaliado no programa e comparado com outros 80 países. Em Ciências, por exemplo, os estudantes brasileiros, obtiveram a classificação número 62, muito aquém do desejável. Esses números foram formados a partir da avaliação em instituições de ensino públicas e particulares e indicam que é preciso melhorar e bastante (Lyceum, 2023).

O PISA avalia alunos de 15 anos. Devido a idade, eles estão cursando o ensino médio, período final da adolescência dos estudantes. Esta é uma etapa de amadurecimento com intensas modificações fisiológicas e sociais que podem afetar o interesse deles pelo aprendizado nas escolas (Nascimento, 2022). Considerando essa condição, este trabalho buscou despertar a vontade de aprender genética. Por observação, a professora percebeu que o uso das tecnologias, redes sociais e aplicativos, eram estimulantes para os alunos nessa etapa, pois eles se mostraram bastante interessados nesses recursos e concluiu que poderia usar essas mesmas ferramentas para aplicar o projeto, de forma que os alunos fossem incentivados a criar e estudar utilizando-os.

A própria BNCC, cita a importância da utilização das TDIC's nas salas de aula através da competência, número 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

BNCC, 2018, página 9.

Nas escolas tradicionais, onde há somente aulas expositivas e teóricas, sem inovações e sem contato afetivo, para despertar o ânimo dos estudantes, pode ocorrer apatia dos alunos pelas aulas e até mesmo pelos professores. Ou seja, nessas situações, eles estão na escola, mas o pensamento e a atenção estão distantes, o que ocasiona pouco incentivo para que o ensino ocorra de forma satisfatória (Goulart, 2022). Como a aplicação do projeto dependia de motivação, a professora se esforçou em fortalecer os laços de afeto entre os alunos e também com ela. Essa união propiciou um ambiente saudável e harmonioso, o que tornou o processo de criação muito mais interessante. Assim, os alunos se sentiram mais à

vontade para opinar e expor suas ideias durante o desenvolvimento das aulas e na produção da revista.

A intenção da professora, ao desenvolver a afetividade, especialmente nesse projeto, vem dos estudos do professor Gabriel Chalita, um defensor do tema. Segundo ele, o clima afetivo escolar de ajuda mútua, que valoriza o aluno, respeita seu ponto de vista e estimula sem pressionar, está nutrindo o desenvolvimento de sua autoestima e ensinando o prazer de aprender. Assim, a relação afetiva do educador pode fazer o aluno se sentir valorizado (Chalita, 2001).

Notou-se também a ocorrência da colaboração entre os alunos na busca por trabalhos bem feitos. Os estudantes atuaram coletivamente, explicando uns para os outros como certas ferramentas funcionam nos editores. Inclusive, a empatia é incentivada na competência número 9 da BNCC. Como a produção deste almanaque dependia do trabalho integrado entre eles, foi fundamental praticar esta competência durante a execução do projeto.

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
BNCC, 2018, p. 10

Paulo Freire (1985) defendia que uma das funções do professor, é estimular o aluno a fazer perguntas, de modo a instigá-lo à busca do saber e do conhecimento. Como a comunicação aberta foi algo constante durante as aulas da sequência, foi possível identificar as dificuldades através das perguntas que os alunos elaboraram, pois eles se sentiam à vontade para perguntar o que quisessem.

É comum que os estudos educacionais estejam focados no papel do professor, porém é necessário discutir a exaustão física e mental dos docentes, pois, é bastante difícil oferecer aulas inovadoras e ensino de qualidade, sendo o professor obrigado a realizar as mais diversas tarefas burocráticas, como: preenchimento de diários, planejamentos, elaboração de avaliações e trabalhos, correções de provas, além de cumprir horários rigorosos, atuar na disciplina e atender a demanda, que supera muitas aulas semanais, sábados letivos e várias reuniões pedagógicas. Todo esse trabalho, pode impossibilitar que o profissional

consiga abrir espaço para a criatividade. Assim, a tão esperada qualidade de ensino, esbarra na realidade do docente, que precisa trabalhar em mais de uma escola, para atender suas necessidades pessoais e também atender a todas as demandas de cada uma das escolas que trabalha (Campelo, Ifadireó, 2023). Nesse sentido, é compreensível, que a aplicação de projetos que envolvem um trabalho intenso, como o desenvolvimento desta sequência didática, que resultou na produção do almanaque como produto, pode não ser possível em outras realidades escolares. No entanto, uma vez que este trabalho resultou em um produto já criado, espera-se que o investimento feito nesta produção possa ser útil nos próximos anos, para outros docentes que desejem utilizá-lo como recurso pedagógico.

Uma característica importante, envolve o acesso à internet, pois ela atua como ferramenta favorecedora do processo de ensino e aprendizagem visto as inúmeras possibilidades para o desenvolvimento do conhecimento adquirido e troca de experiências, não só educativas à nível de sala de aula, mas também no contexto social. Desta forma, faz-se necessário que os professores materializem o uso desta ferramenta, para dispor de uma educação com mais qualidade (Araújo, Silva, Coutinho, 2021). A internet foi um recurso de fundamental importância na na construção desse trabalho. Apesar da dificuldade de acesso à rede de wifi do colégio, os alunos dispunham dados móveis em seus aparelhos celulares pessoais e, necessitaram utilizar o recurso para acessar os aplicativos tanto na escola como nas tarefas realizadas em casa. Essa disponibilidade favoreceu consideravelmente a execução do projeto.

Sobre o livro didático, destaca-se que o livro foi efetivamente utilizado, uma vez que o material foi fornecido pela rede estadual de ensino, sendo portanto, recomendável que o investimento público, fosse usado adequadamente. O PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) é uma conquista da educação brasileira, mediante o decreto-lei nº 91.542 (Brasil, 1985). No entanto, o uso do livro como fonte exclusiva, pode não ser suficiente para incentivar os alunos. Assim, para tornar o processo de ensino mais atraente e menos tecnicista, a professora aliou o uso do livro com outras propostas, como: aulas dialogadas, exibição de vídeos didáticos, experimentos, pesquisas na internet, aplicativos pedagógicos, além de atividades diversificadas.

No decorrer das aulas e com o convívio entre a docente e os discentes, foi possível identificar várias dificuldades que os alunos apresentavam, muitas delas iam além da questão da não compreensão de conceitos, mas sim dificuldades sociais e de razões psicológicas pessoais dos envolvidos. Inclusive, os estudantes relataram que, no período de isolamento, devido a pandemia da COVID19, eles cursaram, de forma remota, o 9º ano do ensino fundamental. Tal constatação preocupou a docente, pois, de acordo com a grade curricular da BNCC, a habilidade código EF09CI09: “Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade, fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação, considerando-os para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos”. Deveria ter sido desenvolvida no 9º ano do ensino fundamental e não foi trabalhada na etapa esperada.

O período de isolamento social, se estendeu entre 2020 e 2021, houve dificuldade de acesso ao ensino remoto. Os alunos da turma relataram também a falta de interesse com os estudos nesse período. Muitos deles não conseguiram aprender de forma adequada, sendo que alguns afirmaram desconhecer o assunto genética mendeliana. Ciente dessa realidade, a professora entendeu que devia trabalhar a genética da forma mais compreensível possível.

O diálogo em linguagem acessível, a execução das atividades do livro didático e a correção das mesmas, de forma coletiva, permitiram que a professora identificasse alguns assuntos que ainda não estavam consolidados adequadamente pelos estudantes e adotassem meios de solucionar as questões que surgiram.

Observou-se também que os estudantes foram capazes de utilizar, com relativa facilidade, os aplicativos e suas ferramentas. Alguns afirmaram que o uso do aplicativo Canva, já havia sido utilizado por outros professores, em outras disciplinas, no ano letivo anterior. Esse fato colaborou consideravelmente na produção do almanaque, o que possivelmente, pode explicar a razão de nenhum aluno da turma ter entregue os trabalhos solicitados na forma de desenhos manuais. A opção de entrega por meio digital foi unânime.

Diante do exposto, os estudantes executaram a adaptação dos temas ensinados para o formato de texto das histórias em quadrinhos. Eles também foram capazes de criar atividades lúdicas, algumas delas inspiradas nas atividades e

textos do livro didático. Tal capacidade, mostra que os alunos compreenderam os conceitos básicos apresentados nas aulas.

Como a produção do almanaque foi o resultado do trabalho integrado entre professora e alunos, notou-se o protagonismo dos estudantes e também a participação efetiva da professora. Tal produção mostrou que, o trabalho coletivo, aliado ao processo de aprendizagem, foi desafiador, no entanto, tornou-se possível.

6 CONCLUSÃO

A partir do trabalho desenvolvido com a sequência didática apresentada, vimos que é possível criar novos materiais didáticos, com linguagem acessível e de forma colaborativa entre professores e alunos, como o almanaque Bioervilhas.

Concluimos ainda que, a elaboração de um material didático com o envolvimento direto dos alunos promove grande estímulo e aumenta a participação e interesse no estudo e na pesquisa de conceitos que envolvem a genética mendeliana, além de facilitar o entendimento do conteúdo uma vez que os próprios alunos que elaboraram os materiais a serem estudados.

A execução deste trabalho demonstrou que a genética mendeliana básica não precisa ser trabalhada somente de forma expositiva, onde o professor é o detentor de todo o conhecimento e os alunos receptores. Pelo contrário, ao inserir esse assunto nas escolas, concluimos que é possível dar protagonismo aos estudantes e estimular a criatividade envolvendo-os na produção de recursos didáticos, experimentos, criação de quadrinhos, jogos e aplicativos que podem colaborar com o ensino.

Ademais, vimos que o uso de um diálogo franco entre docente e discentes e a afetividade entre as partes, promove maior liberdade na expressão de opiniões por parte dos alunos e auxilia em despertar o interesse no estudo e na participação durante as aulas e na execução das atividades propostas.

REFERÊNCIAS

Alves, J. C; Oliveira, M. L. A.; Melo, S. P. A. L. **Uma reflexão sobre a importância da construção da autonomia no processo educativo.** Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v.22. n. 30 de Agosto 2022.

Alves, V. N; Campos, M; Wasko, A. P. **Dos conteúdos de genética na educação formal: que demandas trazem os estudantes de ensino médio?** Revista do EDICC, Campinas, v. 7, Outubro de 2021.

Anastasiou, L. G. C; Alves, L. P. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula.** Joinville: Univille, 2015.

Araújo, J. H; Silva, M. G; Coutinho, D. J. G; **O uso da internet na prática pedagógica.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.7. n.09. p. 1535-1549, set. 2021.

Araújo, Maurício Santos; Freitas, Wanderson Lopes Santos; Lima, Sintiane Maria De Sá; Lima, Michele Mara De Oliveira. **A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Floriano-PI.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática · Abril, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.

Avelar, Humberto, et. al., **Quadrinhos: guia prático.** Rio de Janeiro: Walprint Gráfica e editora, SMERJ Secretaria Municipal do Rio de Janeiro, 2011.

Baiotto, C. R.; Sepel, L. M.; Loreto, E. L. **Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha?** Genética na Escola, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 286–293, 2016. DOI: 10.55838/1980-3540.ge .2016. 257. Disponível em: <https://www.geneticaescola.com/revista/article/view/257>. Acesso em: 15 fev. 2024.

Barbosa, Márcia Silvana Silveira. **O papel da escola: obstáculos e desafios para uma educação transformadora.** 2004. 234 f. Tese (Mestrado - Programa de pós-graduação em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

Barni, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC).** 2010. Tese (Mestrado profissional em Ciências Naturais e Matemática) - FURB Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC 2010.

Beane, James. **Ensinar em prol da democracia.** Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 1050-1080, out./dez. 2017.

Borges, Carla Karoline Gomes Dutra; Silva, Cirlande Cabral; Reis, Andreza Rayane Holanda. **As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio.** Experiências em Ensino de Ciências, v.12, n.6, p. 61- 75, 2017.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 24 maio 2021.

Brasil. Decreto-lei Nº 91.542, de 18 de agosto de 1985. **Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 20 ago. 1985.

Brasil. Ministério da Educação. **BNCC : Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

Campelo, M. P. S; Ifadireó, M. M; **Síndrome de Burnout em contextos de Estresse Laboral em Docentes sob o foco da Sociologia Jurídica**. Revista de Psicologia Id on-line. Cariri, v.17, n. 68, p. 286-319, Outubro. 2023. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/3854>. Acesso em 24 de Fevereiro de 2024.

Campos, Cláudio César de Oliveira. **Quadrinhos e o incentivo à leitura**. 2013. Tese (graduação do curso de Biblioteconomia) - Faculdade de Ciência da Informação, UNB - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

Campos Júnior, E. O. et al. **Ensinando genética: propostas e abordagens alternativas**. Monte Carmelo: Editora FUCAMP, 2018.

Cardoso, Athos Eichler. **Aventuras de Nhô-Quim e Zé Caipora : os primeiros quadrinhos brasileiros 1869-1883**. Brasília : Senado Federal, Conselho Editorial. Edições do Senado Federal ; v. 44. 2013, 192 p. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/521244> Acesso em 14 de Setembro de 2023.

Cardoso, T. M. G. et al. **Atividades Lúdicas com Vídeos Digitais Amadores: Possibilidades para o Ensino de Química**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia. Salvador, p. 1- 12, jul. 2012.

Cembalista, S. A. B., Feitosa, S. C. S. **Conviver, respeitar e valorizar a diversidade**. Instituto Paulo Freire. 2011. Disponível em: <http://memorial.movabrasil.org.br/xmlui/handle/1234/86>. Acesso em 7 de novembro de 2023.

Chalita, G. **Educação: a solução está no afeto**. 15 ed. São Paulo: Gente, 2001.

Eisner, Will. **Narrativas gráficas, princípios e práticas da lenda dos quadrinhos**. 2 ed. São Paulo: Editora Devir livraria. 2008.

Freitas, A. L. **Desafio do ensino da 1ª lei de mendel: uma proposta de construção desse conhecimento**. 2020. Tese (Mestrado Profissional em Ensino

de Biologia PROFBIO) Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

Freire, Paulo. **Extensão ou Comunicação?**, 8.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1985.

Fritz, Ana Niza Dias. **As atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem: um olhar docente**. 2013. Tese (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

Gaiarsa, J. A. **Desde a Pré-história até Mcluhan**. Em: Álvaro de Moya. Shazam!. Coleção Debates. 2 ed. São Paulo: Editora Perspectivas. 1977.

Genótipo e fenótipo. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z2y8sF89YHA>. Acesso em 13 de fevereiro de 2024.

Gomes, M. L.. **Vendendo saúde! Revisitando os antigos almanaques de farmácia**. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, v. 13, n. 4, p. 1007–1018, out. 2006.

Goulart, Joender Luiz. **Desinteresse escolar: em busca de uma compreensão**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 01, Vol. 04, pp. 89-110. Janeiro de 2022.

Heterozigoto e Homozigoto. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=RU9_cDK1tiA. Acesso em 13 de Fevereiro de 2023.

Lastória, A. C., Rosa, A. V., Kawasaki, C. S. **Almanaque Projeto Nós Propomos! : cidadania, escola e protagonismo juvenil**. Ribeirão Preto: FFCLRP/USP, 2021.

Le Goff, J. **História e Memória**. Campinas: Editora da Unicamp, 1996.

Liberatto, N. V. D.; Mota R. S. **O brincar na educação infantil**. Revista Latino-Americana de Estudos Científico - RELAEC. v. 3, n.13 Jan./Fev. 2022. p. 1-23. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/ipa/index>. Acesso em 26 de Outubro de 2023.

Linhares, S; Gewandsznajder, F; Pacca, H. **Biologia Hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

Lopes, S. M. C. **Ensino de Genética no Ensino Médio: desafios e novas perspectivas para qualidade da aprendizagem**. Research, Society and Development, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366920520_Ensino_de_Genetica_no_Ensino_Medio_desafios_e_novas_perspectivas_para_qualidade_da_aprendizagem. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.

Lyceum. **Pisa – Ranking de educação mundial: entenda os dados do Brasil.** 2023. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/ranking-de-educacao-mundial-posicao-do-brasil/>. Acesso em: 24 de Fevereiro de 2024.

Machado, Erika Victoria Teixeira. **Fatores escolares associados à saúde mental de estudantes do ensino médio.** 2022 Tese (Conclusão de curso em Pedagogia) Faculdade de Pedagogia, Universidade de Brasília (UNB), Brasília, 2022.

Machado, M. O.; Rossi, E. R.; Rodrigues, E. **Práticas de leituras escolares nos anos 20: Os usos do Almanaque Biotônico Fontoura.** Revista HISTEDBR On-line, Campinas, SP, v. 13, n. 52, p. 155–164, 2013. DOI: 10.20396/rho.v13i52.8640235. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8640235>. Acesso em: 7 nov. 2023.

Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira; Prestes, Maria Elice Brzezinski. **Mendel e depois de Mendel.** Genética na Escola, v. 11, n. 2, p. 244-249, 2016.

Mendel e a Ervilha - Os Seis Experimentos que Mudaram o Mundo. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2023.

Mustacchi, Z.; Peres, S. **Genética baseada em evidências - síndromes e heranças.** São Paulo: CID editora, 2000.

Nakamura, L. O. O.; Voltolini, A. G. M. F. F.; Bertoloto, J. S. **O uso de histórias em quadrinhos no ensino: teoria, prática e BNCC.** Revista Educação Pública, v. 20, n. 29, Agosto de 2020.

Oliveira, L. G. De. **Super almanaque de Ciências da professora Genna: uso didático de histórias em quadrinhos para o ensino de genética no ensino fundamental.** 2015. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

Passos, Júlio César. **Aprenda a criar quadrinhos educacionais no Canva.** 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=g2RSRe1glDc>. Acesso em 13 de Fevereiro de 2023.

Pedroza, R. L. S. **Aprendizagem e Subjetividade: Uma Construção a Partir do Brincar.** Revista do Departamento de Psicologia - UFF, v. 17, n. 2, p. 61-76, Jul./Dez. 2005.

Pereira, A. J. et al. **Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio.** Revista da SBEnBio, Niterói, v. 7, p. 564-571, Outubro, 2014.

Primeira Lei de Mendel. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-LVAbqX8Ctl>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2023.

Rahde, M. B. **Origens e evolução da história em quadrinhos**. Revista FAMECOS, v. 3, n. 5, p. 103–106, Nov/Dez. 1996.

Sacchetto, K. K. et al. **O Ambiente Lúdico como Fator Motivacional na Aprendizagem Escolar**. Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento. São Paulo, v.11, n.1, p. 28-36. 2011.

Sagan, Carl. **Cosmos**. 1 ed. Canadá: Random House, 1980.

Sant'anna, H. P.; Lopes, A. D. C.; Mota, A. C. M.; Ribeiro, R. C.; Boas, A. V. **Alelos e Cores: integrando transcrição, tradução e interações alélicas**. Genética na Escola, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 142–163, 2020.

Santos, Josiane Soares. **O lúdico na educação infantil**. Anais IV FIPED... Campina Grande: Realize Editora, 2012. Disponível em: <<https://editora.realize.com.br/artigo/visualizar/324>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

Secretaria Municipal de Educação de São Paulo. **Almanaque 75 anos da Educação Infantil: conviver e aprender na cidade de São Paulo**. Secretaria Municipal de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/Almanaque-75-anos-Ed-Inf.pdf>. Acesso em 7 de novembro de 2023.

Silva Junior, Gonçalo. **A guerra dos gibis: a formação do mercado editorial brasileiro e a censura aos quadrinhos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

Souza, Vanderlei Sebastião de; Dornelles, Rodrigo Ciconet; Coimbra Júnior, Carlos E.A.; Santos, Ricardo Ventura. **História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p.675-694, abr.-jun. 2013.

Tanaka, Naomi. **Mitose e meiose**. Todo Estudo. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/biologia/mitose-e-meiose>. Acesso em: 06 de Março de 2023.

Tenório, Iberê; Fulfaro, Mari. **Conheça o almanaque manual do mundo mini!** . 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l3Fih0Zrgks>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

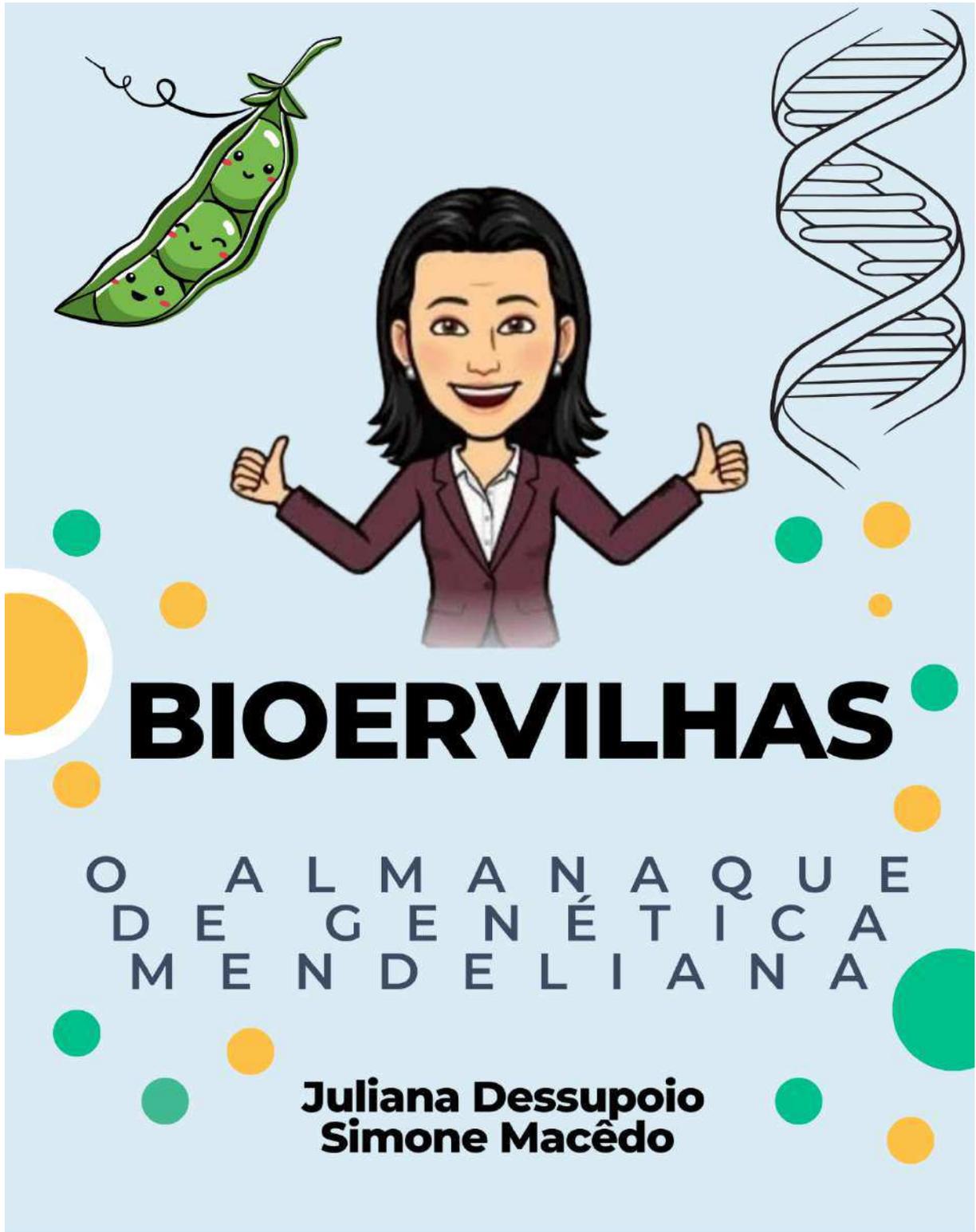
Thuswohl, Maurício. **Inventor dos quadrinhos tem finalmente sua obra traduzida no Brasil**. 21 de Abril de 2019. Disponível em: https://www.swissinfo.ch/por/cultura/rodolphe-toepffer_inventor-dos-quadrinhos-tem-finalmente-sua-obra-traduzida-no-brasil/44887004. Rio de Janeiro. Acesso em: 13 de Setembro de 2023.

Trizotti, Patrícia Trindade. **Almanaques: história, contribuições e esquecimento**. Ribeirão Preto: Dialogus vol.4, n.1, 2008.

Trizotti, Patrícia Trindade. **“Um brinde aos assinantes!”: Os Almanques Do Jornal O Estado De S. Paulo (1896, 1916, 1940)**. 2010. Tese (Mestrado em História) - Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, Assis, 2010.

Vergueiro, Valdomiro. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004.

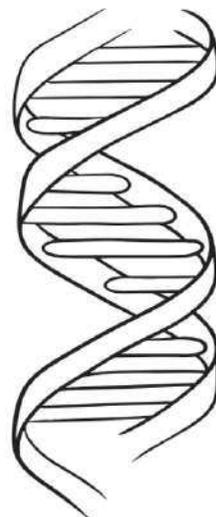
APÊNDICE A - O ALMANAQUE BIOERVILHAS



Prof. Ma. Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani
Prof. Dra. Simone Moreira de Macêdo

BIOERVILHAS

O A L M A N A Q U E
D E G E N É T I C A
M E N D E L I A N A



"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Autoras:

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani
Simone Moreira de Macêdo

Colaboradores:

Turma do 3º ano da Escola Estadual Duque de Caxias do ano de 2023.

Contato:

julianadessupoio@gmail.com
Instagram: @bio_ervilhas

Edição Gráfica:

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani
Turma do 3º ano da Escola Estadual Duque de Caxias do ano de 2023.

Coordenação geral e revisão:

Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani
Simone Moreira de Macêdo

Como referenciar:

CIPRIANI, Juliana Eulalia Dessupoio; MACÊDO, Simone Moreira de. Bioervilhas: o almanaque de genética mendeliana. 1 ed. Juiz de Fora, MG. Ed. das Autoras, 2024.

1ª Edição - 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Dessupoio, Juliana
Bioervilhas [livro eletrônico] : o almanaque de genética mendeliana / Juliana Dessupoio, Simone Macêdo. -- 1. ed. -- Juiz de Fora, MG : Ed. das Autoras, 2024.
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-00-99692-0

1. Biologia (Ensino médio) 2. Genética 3. Mendel, Gregor Johann, 1822-1884 I. Macêdo, Simone.
II. Título.

24-202813

CDD-570

Índices para catálogo sistemático:

1. Biologia : Ensino médio 570

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

PREFÁCIO

"É com imensa alegria que tenho a honra de escrever este prefácio para o almanaque "Bioervilhas". Este projeto extraordinário reflete a visão inspiradora e a paixão de uma educadora excepcional, Juliana Dessupoio, assim como a dedicação e o envolvimento dos seus alunos. "Bioervilhas" representa uma jornada que busca engajar os estudantes do ensino médio na fascinante exploração da genética mendeliana. Com sua abordagem inovadora, repleta de histórias em quadrinhos e atividades lúdicas, este almanaque oferece uma compreensão acessível dos conceitos de Genética, estimulando a criatividade e o interesse dos alunos. Que esta obra sirva de inspiração para novas abordagens pedagógicas de outros professores e contribua de forma significativa para o avanço do ensino e aprendizado da genética em nosso país."

Dra. Michele Munk Pereira
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Juliana é uma professora muito querida tanto pelos seus alunos como pelos colegas de trabalho. Suas falas e modo de ensinar sempre foram de forma diferenciada e atrativas. Uma professora que estimula e instiga seus alunos a buscar e querer sempre saber mais. O estudo da genética no meio escolar encontra inúmeras dificuldades, muitas delas por ser um tema com expressões fora do nosso dia a dia. Com o intuito de tornar o aluno protagonista do seu saber, o almanaque Bioervilhas veio com uma proposta de diminuir as dificuldades no ensino de genética e facilitar de forma mais interativa o entendimento desse conteúdo. As tirinhas, os caça-palavras, as cruzadinhas e os textos curtos e rápidos dentro da linguagem dos adolescentes tornam esse trabalho super atrativo e dinâmico. Principalmente porque atende os princípios básicos do estudo de genética, mas com uma fala leve e atual.

Dra. Roberta Botelho Ferreira
Núcleo Pedagógico Regional - SRE/JF

SUMÁRIO

Sobre este almanaque	05
Este almanaque pertence	06
Hereditariedade? O que é isso?	07
Quem foi Mendel?	08
Por que ervilhas?	08
Uma coisa, ou outra, sem intermediários!	09
Vamos ilustrar nosso almanaque?	10
A importância de analisar uma característica de cada vez	10
Caça-palavras com as características recessivas das ervilhas	11
Caça-palavras com as características dominantes das ervilhas	11
Labirinto que leva ao jardim das ervilhas	12
Os "fatores" de Mendel	13
Interpretação atual dos fatores propostos por Mendel.....	14
Homozigoto x heterozigoto	15
Como descobrir se um organismo é heterozigoto ou homozigoto?.....	16
Atividade sobre alelos heterozigotos e homozigotos	17
A primeira lei de Mendel	18
Entendendo a 1º lei de Mendel	19
Genótipo e Fenótipo: qual a diferença?	20
Palavras cruzadas	21
A meiose: processo de divisão dos cromossomos homólogos	22
A fenilcetonúria: um caso que segue a 1º lei de Mendel.....	22
Desafio do ENEM	23
O jogo da força	24
Questão desafio da UFAL	26
Dominância incompleta	27
Atividade sobre dominância incompleta	28
O sistema sanguíneo ABO	29
A codominância dos alelos A e B	30

SUMÁRIO

Vamos investigar uma situação?	31
Questão desafio da UERJ	32
Questões da UECE e da UFT	33
Vamos brincar e experimentar?	34
O que são alelos letais?	36
Atividade sobre alelos letais	37
A segunda lei de Mendel	38
Atividade sobre a 2ª lei de Mendel	40
Vamos investigar outra situação?	41
Palavras cruzadas (parte 2)	42
Estudando as probabilidades: a regra do "e"	43
Estudando as probabilidades: a regra do "ou"	44
Aplicando as probabilidades	45
Jogo da memória do Bioervilhas	46
Um sonho extraordinário	52
Genótipo e Fenótipo da ET Alina	53
Quebra-cabeça do cariótipo da ET Alina.....	55
Resolução das atividades e desafios	60
Referências bibliográficas	62



Sobre este almanaque

Este material foi desenvolvido como produto final do meu projeto de mestrado profissionalizante, o PROFBIO, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional/ UFJF; e orientado pela professora Simone Macêdo.

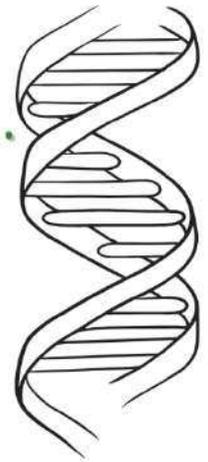
A genética mendeliana é considerada, muitas vezes, um assunto de difícil compreensão, por isso, elaboramos um material cheio de histórias em quadrinhos de fácil entendimento e variadas atividades lúdicas prazerosas. Aqui, você encontrará jogos, caça-palavras, cruzadinhas, quebra-cabeças, charadas, histórias, experimentos e várias outras, todas relacionadas com Genética mendeliana e suas variações, como a dominância incompleta, codominância e alelos letais; tudo baseado na BNCC.

O almanaque Bioervilhas, criado com a participação direta dos alunos da Escola Estadual Duque de Caxias de Juiz de Fora, Minas Gerais é um material paradidático de fácil utilização. Pode ser aplicado em sala de aula ou como atividades extraclasse. O(a) professor(a) poderá utilizá-lo como material auxiliar tendo a certeza que irá favorecer sua prática pedagógica, uma vez que os alunos encontram prazer de estudar de forma lúdica, além de consolidar os conteúdos ensinados nas aulas.

Destaca-se que este material não tem a intenção de substituir o livro didático, mas sim, como uma alternativa de uma abordagem diferenciada, de forma a tornar o entendimento facilitado por meio de uma linguagem acessível.

Juliana Dessupio

Este almanaque pertence...



Coloque no quadro acima, uma foto,
ou um emoji, que represente você.

Nome: _____

Escola: _____

Turma: _____

Turno letivo: _____

Cidade: _____

Telefone da escola: _____

Endereço residencial: _____

Telefones: _____

Nome do responsável: _____

Tipo sanguíneo ABO: _____

Em caso de perda, entre em contato com:

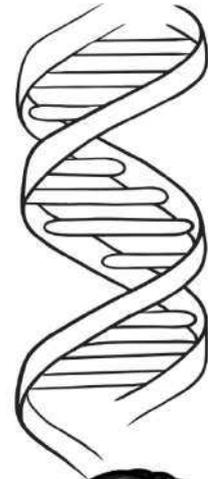
Hereditariedade? O que é isso?

Você já percebeu como algumas pessoas, de uma mesma família, são parecidas, ou compartilham características semelhantes umas com as outras?

Pois é! Muitas dessas semelhanças foram transmitidas por meio de informações contidas nos genes, dos pais para os filhos. É dessa forma que funciona a hereditariedade.

A hereditariedade é a base da genética. Graças aos estudos nessa área, conseguimos saber como determinadas características são transmitida aos descendentes.

Os estudos de genética estão fortemente presentes no nosso dia-a-dia, mas nem sempre foi assim. Tudo começou lá no século XIX, na cidade de Brno, na atual República Tcheca, com os estudos de um monge chamado Gregor Mendel.



Quem foi Mendel?

Johann Gregor Mendel nasceu em 1822, na cidade de Heinzendorf, na Áustria, em uma família humilde. Formou-se em Biologia e tornou-se monge, cientista e professor.

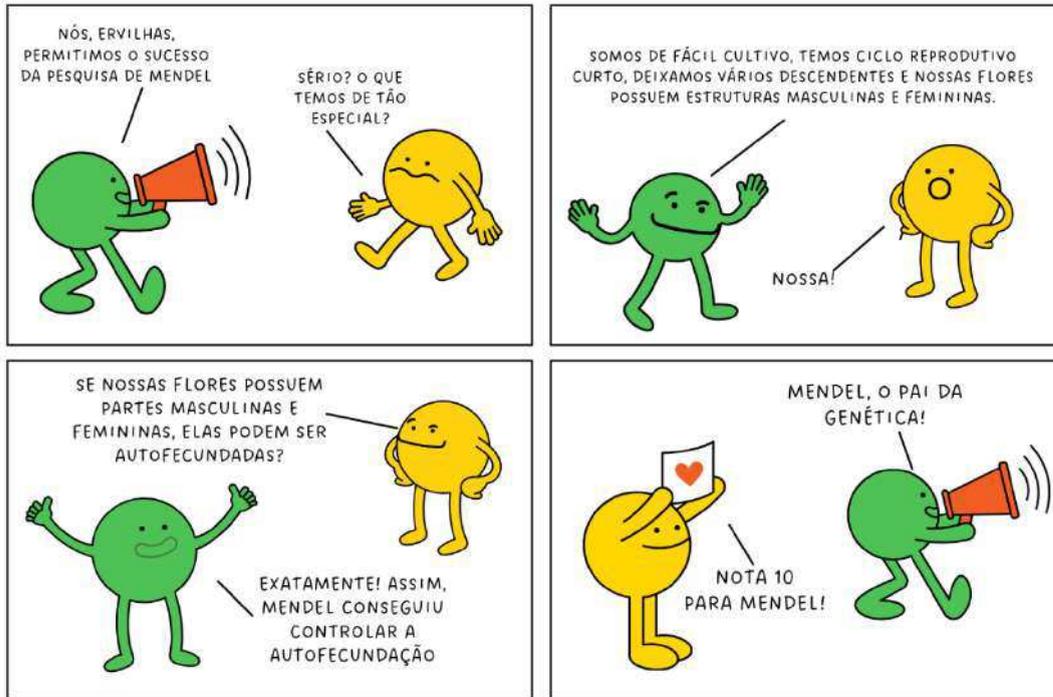
Em 1856, Mendel iniciou uma pesquisa para investigar padrões de herança em ervilhas.

No mosteiro onde viveu, Mendel cultivou as ervilhas por 10 anos e observou 7 características que eram transmitidas de geração em geração. Ele notou que as características seguiam padrões de dominância e recessividade. Graças as suas descobertas, Mendel é reconhecido hoje como o "pai da genética".



**Dominância: que predomina sobre o outro.*

Por que ervilhas?



Uma coisa, ou outra, sem intermediários!

Utilizar ervilhas da espécie *Pisum sativum* foi uma jogada de mestre! Pois as ervilhas apresentam características simples e contrastantes, por exemplo: a cor da ervilha é verde ou amarela, sem intermediários.

Em relação a altura, a planta ou era muito alta, com dois metros ou mais, ou muito baixa, com menos de meio metro, situações semelhantes ocorriam com as outras características.



Vamos ilustrar nosso almanaque?
 A tabela abaixo contém as 7
 características analisadas por Mendel.
 Você deve representar as características,
 desenhando cada uma delas nos espaços
 abaixo.



	Forma da semente	Cor da semente	Cor da flor	Forma da vagem	Cor da vagem	Posição das flores	Altura da planta
DOMINANTE	Lisa	Amarela	Púrpura	Inflada	Verde	Axilar	Alta
RECESSIVA	Rugosa	Verde	Branca	Compri- mida	Amarela	Terminal	Baixa

A importância de analisar uma característica de cada vez



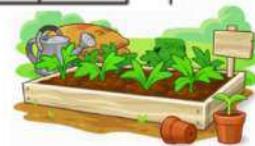
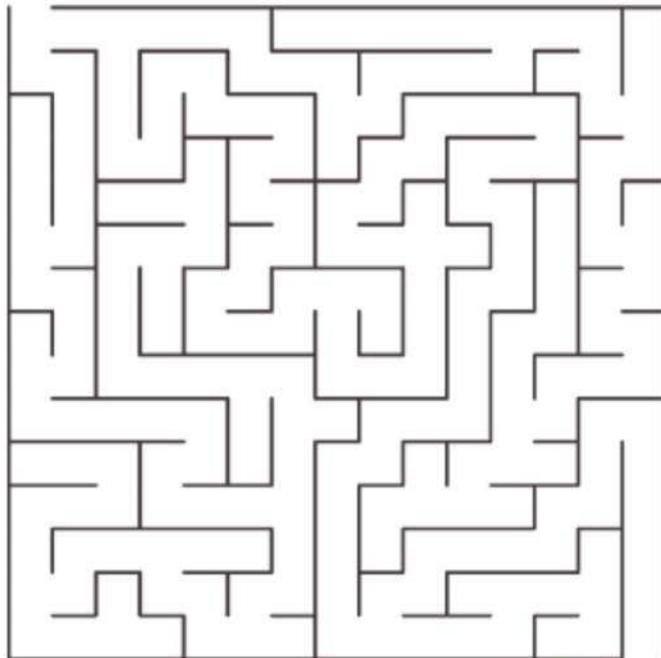
Encontre, no caça-palavras abaixo, as características RECESSIVAS que Mendel observou nas ervilhas:

R U R S A E L H T T A E S N N T L E T A I E
 S I E F E R I E R E D E W E K E G E O O C L
 E U S A O O P A O I M E P O E E O R E N L E
 V A G E M A M A R E L A L G E R L T G G B E
 I R S R I E A A N T T E A E O A T A T O S T
 F O A F L O R T E R M I N A L A E T I B O F
 E A O S N F E H H O T E T T E E P F M H N A
 A T C D I R I C N P T R A A F D S A P E E A
 I R N G U R M Y B S E P B A E S R T A R E O
 T R I G C L F L O R B R A N C A O E E M E U
 C F O R A A C T E G W R I E E L I O V N A S
 D S I C P T E B E T H E X G Y S O S N L I T
 A F A E T E V I H S R K A R E G C R R A G N
 R O N H C S V A G E M C O M P R I M I D A R
 E A J U I W P T D L N D N D I T N E I I N Y
 E D P P S Y E I E G O E L E H A E U O W Y T

Encontre, no caça-palavras abaixo, as características **DOMINANTES** que Mendel observou nas ervilhas:

W N G N H H I N E P E E I G F H E D H Q K H
 A K K W I A F C L B O U E W O S O P L I R T
 O A B A N F P A H N A M A R E L A A A R O D
 L U N S V U N I R O T A T H I H C N T T T T
 N A H I H T W O Y I U A E H E A A B C N A L
 T N T L A R R N E N N A E D R G D F E T W T
 I I I A R F M U L F L O R A X I A L D L T A
 T E L H U C D S D E O E F R M N B Y F R Y L
 G T O L P H D N Y O V H S F R G O C D R E D
 A N S I R E I T O M E E G A A H M A R K E P
 T S A V U R S T E E H C O E I P R W I M F S
 G W R R P E A G D A E N S A F H F D I T E R
 C C C E R V A G E M I N F L A D A A W E T O
 D B W I O V N H O H E D E T W A S P E E E N
 E N N I L S T E F D S G O A H E I T D I S L
 N I R E F I H L E D G N O N K F L R O A S U

Ajude a encontrar o caminho que leva o pesquisador até o jardim onde ele reproduz os experimentos de Mendel



Os "fatores" de Mendel

MENDEL SUPÔS QUE, SE UMA PLANTA TINHA SEMENTE AMARELA, ELA DEVERIA TER ALGUM "FATOR" RESPONSÁVEL POR ESSA COR.

O MESMO ACONTECERIA COM AS SEMENTES VERDES, QUE TERIA UM FATOR DETERMINANDO AQUELA COR.

ENTÃO, PARA COMEÇAR, MENDEL SELECIONOU PLANTAS PURAS, OU SEJA, ERVILHAS QUE SOMENTE GERAVAM OUTRAS ERVILHAS DE SUA MESMA COR.

EM SEGUIDA, ELE CRUZOU ERVILHAS PURAS AMARELAS COM ERVILHAS PURAS VERDES.

O RESULTADO FOI IMPRESSIONANTE! POIS TODAS AS ERVILHAS RESULTANTES ERAM AMARELAS, COMO EU! ESSA GERAÇÃO ELE CHAMOU DE F1.

A RESPOSTA VEIO COM A AUTOFECUNDAÇÃO DESSAS SEMENTES AMARELAS. NA NOVA GERAÇÃO, CHAMADA F2, AS ERVILHAS VERDES VOLTARAM! CERCA DE 25% DOS DESCENDENTES ERAM VERDES.

O QUE TERIA ACONTECIDO COM O FATOR VERDE?

ENTÃO O FATOR VERDE NÃO TINHA SIDO DESTRUÍDO! NA VERDADE, ELE NÃO SE MANIFESTAVA NA PRESENÇA DO FATOR AMARELO!

SIM! BASEADO NISSO, MENDEL RESOLVEU CONSIDERAR A COR AMARELA COMO DOMINANTE.

CONSEQUENTEMENTE, A COR VERDE, ELE CONSIDEROU COMO "RECESSIVA".

É IMPORTANTE LEMBRAR QUE MENDEL NÃO SABIA QUE ESSES "FATORES" NA VERDADE ERAM OS ALELOS DOS GENES.

E ELE NÃO PAROU POR AÍ! ELE CONTINUOU OS CRUZAMENTOS CONSIDERANDO AS OUTRAS 6 CARACTERÍSTICAS!

OS RESULTADOS OBTIDOS COM AS OUTRAS CARACTERÍSTICAS, ERAM SEMELHANTES, POIS SEMPRE HAVIA UM FATOR DOMINANTE E OUTRO RECESSIVO.

TODAS AS CARACTERÍSTICAS MOSTRARAM RESULTADOS PARECIDOS. A GERAÇÃO F1, SEMPRE GERAVA TODOS OS INDIVÍDUOS COM A CARACTERÍSTICA DO GENITOR DOMINANTE.

COM A COR DAS FLORES, POR EXEMPLO, A COR PÚRPURA APARECIA COMO DOMINANTE, ENQUANTO QUE A COR BRANCA ERA RECESSIVA.

MAS NA GERAÇÃO F2, A CARACTERÍSTICA RECESSIVA REAPARECIA EM 25% DOS DESCENDENTES, NUMA PROPORÇÃO DE 3 DOMINANTES PARA 1 RECESSIVO. SHOW DEMAIS!

Interpretação atual dos fatores propostos por Mendel

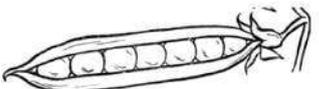
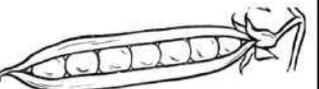
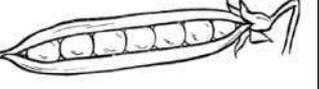
Com os conhecimentos atuais, podemos interpretar as conclusões de Mendel e explicar como suas ideias são válidas. As CÉLULAS da maioria dos organismos são DIPLOIDES, ou seja, nelas os cromossomos ocorrem aos pares. Há dois CROMOSSOMOS de cada tipo, um vem do pai, outro da mãe.

Os cromossomos de um mesmo par possuem o mesmo tamanho e forma, eles são chamados de HOMÓLOGOS. O lugar em um cromossomo onde um gene está localizado é chamado de LOCO (ou locus) gênico. Um par de cromossomos homólogos apresentam genes, ou seja, fragmentos de material genético, que são responsáveis por gerar os caracteres hereditários, exemplo: cor da flor, cor da semente.

Em cromossomos homólogos pode haver formas ou versões diferentes de um mesmo gene, essas versões diferentes são chamadas de ALELOS. Dessa forma, um cromossomo pode ter um alelo do gene que determina, por exemplo a cor da semente amarela e no loco correspondente do outro cromossomo pode haver um alelo para a cor verde. O que vai determinar a cor final da semente será a relação de DOMINÂNCIA e RECESSIVIDADE. Nas ervilhas há 7 pares de cromossomos homólogos.

Por convenção, usamos a letra inicial do caráter recessivo para determinar os alelos. Por exemplo, a semente da ervilha verde é recessiva, então usamos a letra V (de verde) para representar os alelos, sendo "v" para o alelo verde e "V" para o alelo amarelo.

Pinte as sementes de acordo com os alelos. Utilize as cores verde e amarelo.

Sementes com alelos VV	Sementes com alelos vv	Sementes com alelos Vv
		

Homozigoto x Heterozigoto

Na genética algumas palavras são complicadas, sabe?

Quais palavras você acha complicadas?

É que outro dia eu vi na TV um professor dizendo que existem alelos homozigotos e outros com alelos heterozigotos. O que essas palavras significam?

Ah... Essa é fácil! Alelos homozigotos são aqueles que são iguais para uma determinada característica. Por exemplo "VV" ou "vv"!

E os heterozigotos?

Os heterozigotos são alelos diferentes por exemplo: "Vv"

Entendi! Analisando a palavra, fica mais fácil!

Como os organismos analisados são diploides, eles vão herdar dois alelos, um de cada genitor, que podem ser iguais: homozigotos, ou diferentes: heterozigotos.

Agora sim, entendi direitinho!

CÉLULA
Célula eucarionte, com material genético, o DNA, no núcleo.

DNA
material genético presente no núcleo.

GENES
Partes do DNA que contém as instruções para gerar uma determinada característica.

ALELO
uma forma alternativa de um gene. Ex: alelo "A" ou alelo "a"

Alelos AA, como são iguais, dizemos que são homozigotos

Alelos Aa, como são diferentes, dizemos que são heterozigotos.

Imagem: representação do DNA, genes e alelos.

Como descobrir se um organismo é heterozigoto ou homozigoto?

Como descobrir se um organismo, portador de uma característica dominante, é homozigoto ou heterozigoto?



Você deve cruzar esse organismo, com um outro indivíduo, com característica recessiva.



Como assim?



Se, nesse cruzamento, surgir algum descendente com o caráter recessivo, o indivíduo analisado é heterozigoto!



Se, num grande número de descendentes, todos tem a característica dominante, há uma boa probabilidade de que ele seja homozigoto.



Agora sim, fez sentido! A estatística é uma grande aliada da genética!



Agora que você já sabe a diferença entre os alelos homozigotos e os heterozigotos, faça a atividade abaixo:



Analisar os genótipos (conjunto de genes) abaixo e circule de azul aqueles que são heterozigotos. Em seguida, identifique quais são os alelos homozigotos e circule-os com a cor vermelha.

VvRR VVRR AABb AABbCc AaBBCCDd

AABbccdd ZZYy MmNn FfGgHh CCvvNmm

HhJjMM WwZZ Xxvjj QqEeLL BBnnMMGg

A primeira lei de Mendel

Os experimentos na horta de Mendel permitiram que ele chegasse a algumas conclusões importantes:



1º: cada organismo possui um par de fatores responsável pelo aparecimento de uma característica.



2º: os fatores são recebidos do pai e da mãe, cada um deles contribui com apenas um fator.



3º: quando um ser vivo tem dois fatores diferentes, pode ocorrer de apenas uma das características aparecer (dominante) e a outra não se apresentar (recessiva).



4º: Os fatores de um par contrastante de características não se misturam!



5º: na formação dos gametas, os fatores aparecem com apenas um fator, em dose simples, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.



Essa última conclusão ficou conhecida como **PRIMEIRA LEI DE MENDEL!**



A primeira lei diz: "cada característica é condicionado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, nos quais ocorrem em dose simples."



Entendendo a 1ª Lei de Mendel



Os conhecimentos que acabamos de ver podem ser aplicados às conclusões de Mendel. Vamos considerar a cor das sementes, mas devemos lembrar que o mesmo raciocínio vale para as outras características analisadas por ele.

Nas plantas de ervilha, o estame masculino (órgão masculino das plantas) é $2n$ (diploide) e produz esporos n (haploides) na meiose. Estes esporos vão formar o pólen, que vai originar o gameta masculino. Assim, se as células do estame, tiverem, por exemplo, o genótipo Vv , serão produzidos gametas V e outros gametas v .

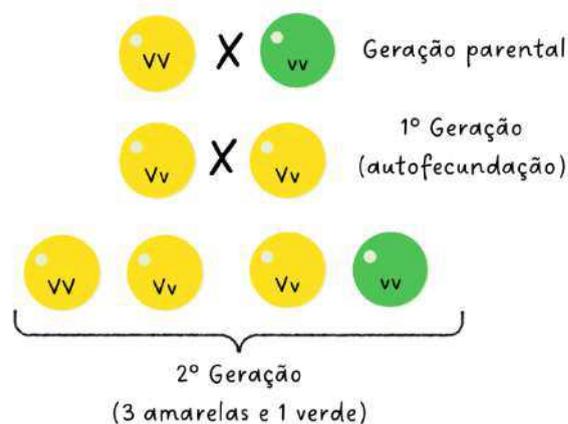
Na parte feminina, o carpelo ($2n$), produzirá esporos que se desenvolvem dentro do saco embrionário, contendo o gameta feminino (n). Assim, se as células do carpelo forem, por exemplo Vv , ele produzirá gametas V e outros v .

Quando o pólen cai no carpelo, os gametas femininos são fecundados e formam zigotos (a primeira célula, a célula. Os zigotos vão gerar embriões. Cada embrião estará dentro de uma semente de ervilha, que ficarão dentro das vagens (frutos). Portanto, ao observarmos os tipos de sementes formadas, estamos analisando os indivíduos da geração seguinte à da planta que produziu a vagem.

Se a semente é amarela, significa que em suas células existe pelo menos um alelo V . Se ela é pura, os dois alelos são VV homocigotos, pois os indivíduos da geração P são puros. Com essa mesma ideia, concluímos que as ervilhas verdes tem genótipo vv .

A planta VV produz gametas V , a planta vv , produz gametas v . A união de gametas V e v formará plantas heterocigotas Vv , que terão fenótipo amarelo, pois V é dominante sobre v . A autofecundação dessa geração, produzirá metade de gametas V e metade de gametas v .

As fecundações ocorrem ao acaso, poderão surgir indivíduos VV , Vv e vv . De acordo com a dominância e recessividade, haverá 3 amarelos para 1 verde.



Genótipo e fenótipo: qual a diferença?

O conjunto de genes que um indivíduo possui em suas células é chamado GENÓTIPO!



Já o conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo é seu FENÓTIPO!



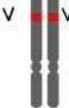
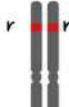
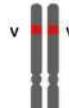
Por exemplo: se a ervilha apresentar dois alelos V, ela terá genótipo VV e seu fenótipo será a cor amarela.



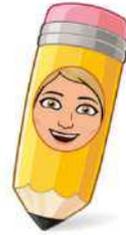
Se a ervilha tiver genótipo Vv ela também terá fenótipo de cor amarela. Mas se tiver genótipo vv, terá fenótipo de cor verde.



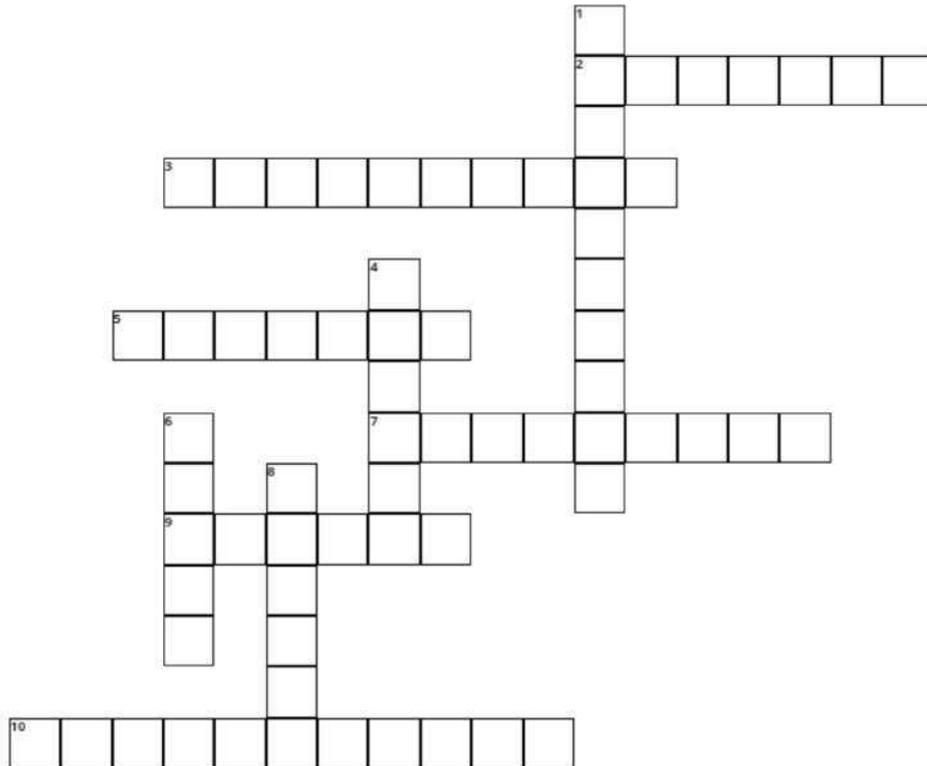
Exemplos de genótipos e fenótipos:

No DNA da célula	GENÓTIPO	FENÓTIPO	FENÓTIPO
	VV	Semente amarela	
	Bb	Flor de cor púrpura	
	rr	Ervilha rugosa	
	vv	semente verde	

Palavras cruzadas



DESCUBRA AS PALAVRAS QUE ENCAIXAM NA CRUZADINHA DE ACORDO COM OS CONCEITOS ABAIXO.



- 1 Alelos que expressam sua característica quando ocorrem em dose única.
- 2 Planta utilizada por Mendel em seus experimentos.
- 3 Alelos que expressam sua característica mesmo quando aparecem em dose única.
- 4 Nome do cientista que é considerado o pai da genética.
- 5 Mendel, não sabia da existência dos genes, ele os chamou de:
- 6 Local onde um gene se localiza.
- 7 Organismos que possuem dois conjuntos de cromossomos.
- 8 Versões de um gene que ocupam o mesmo locus em cromossomos homólogos.
- 9 Unidade estrutural e funcional dos seres vivos.
- 10 Molécula de DNA associada a proteínas.

A meiose: processo de separação dos cromossomos homólogos

A maioria dos organismos possui números pares de cromossomos em suas células. Porém, os gametas são haplóides.

Os gametas, possuem apenas um cromossomo de cada par homólogo.

Essa redução acontece no processo de divisão celular chamado MEIOSE!

No começo da meiose, os cromossomos estão duplicados, ou seja, cada cromossomo estará formado por duas cromátides irmãs.

Os cromossomos homólogos se emparelham, ou seja, o cromossomo de origem paterna fica alinhado com o cromossomo de origem materna.

Na metáfase I, os cromossomos homólogos duplicados vão um para cada lado e separam-se: cada componente de par vai para uma célula.

Na 2ª divisão da meiose, os cromossomos duplicados vão para o meio da célula e as cromátides irmãs se separam.

Cada cromátide vai para um lado da célula. Forma-se assim: 4 células. Cada uma com um cromossomo simples de cada par homólogo.

A fenilcetonúria: um caso que segue a 1ª lei de Mendel

Você já ouviu falar do teste do pezinho? É um teste que retira sangue do pé do bebê para detectar problemas congênitos, certo?

Esse mesmo! Uma dessas situações é a fenilcetonúria!

Fenilcetonúria?

É uma condição que ocorre em pessoas que não conseguem converter o aminoácido fenilalanina em tirosina. Aí a fenilalanina se acumula no cérebro causando deficiência intelectual!

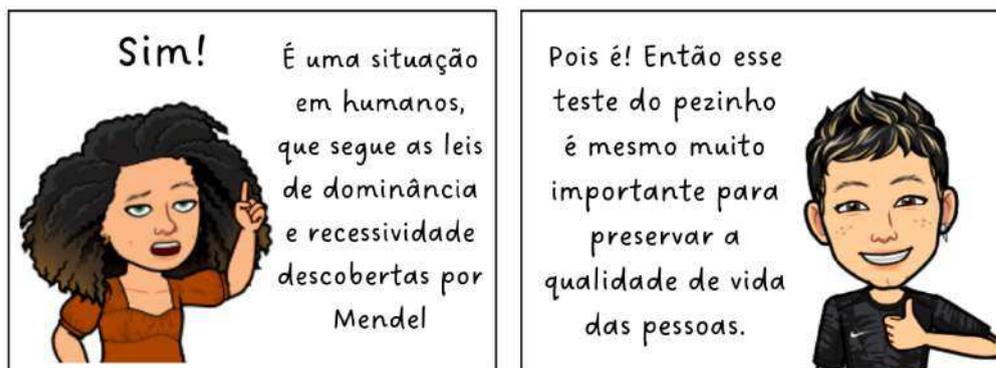
Mas como ela acontece?

A fenilcetonúria é uma condição autossômica recessiva, ocorre quando os indivíduos herdam dois alelos do tipo a.

Ah... Então os homozigotos para esse gene recessivo estão condenados?

Não é bem assim, mas elas vão viver com dietas muito restritas, evitando várias proteínas que contêm o aminoácido fenilalanina em grandes quantidades.

Então, de acordo com esse tipo de herança, um casal normal, heterozigoto, tem 25% de chance de ter um filho com fenilcetonúria! Estou certo?



Vamos desvendar esse desafio do ENEM?



ENEM 2015 - A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher.

Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- a) 0%
- b) 12,5%
- c) 25%
- d) 50%

O JOGO DA FORÇA

Vamos brincar de força? Essa atividade deve ser feita em dupla. Um dos colegas será o mestre que saberá as respostas do gabarito, o outro será aquele que vai adivinhar as palavras, o jogador.

Os personagens abaixo vão dar dicas para ajudar a desvendar as respostas. Em cada traço, cabe somente uma letra. É preciso adivinhar a palavra, dizendo uma letra de cada vez. Em caso de acerto, deve-se escrever a letra certa no respectivo lugar. Em caso de erro, o mestre deve desenhar as partes do corpo na forca ao lado, em cada erro deve-se desenhar uma parte do corpo, primeiro a cabeça, depois o tronco, em seguida pernas, braços, olhos, nariz e boca. Caso o enigma não seja desvendado, o boneco é "enforcado" e o jogador perde. Caso acerte, antes de terminar o desenho do boneco, o jogador vence.



Aquele com dois alelos diferentes para um gene.



Células especializadas na reprodução.



Conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo





Ser vivo com um só conjunto de cromossomos.



Cromossomos que fazem par uns com os outros.



Cromossomos não relacionados ao sexo.



É o conjunto de genes que um ser vivo tem.



Divisão celular que forma gametas em humanos.



Questão desafio da UFAL

(Universidade Federal de Alagoas)



(UFAL) Em carneiros, a produção de lã preta é devida ao alelo recessivo p e a lã branca ao alelo dominante P . Do cruzamento de dois animais brancos originou-se um carneiro preto que é retrocruzado com a ovelha genitora. A probabilidade de nascer um animal branco a partir desse retrocruzamento é:

- a) Zero.
- b) 1.
- c) $1/2$.
- d) $1/4$.
- e) $3/4$.

A dominância incompleta

Será que todas as características seguem a dominância completa observada por Mendel?



Não! Nas ervilhas, a presença de apenas um alelo amarelo, já é suficiente para produzir proteínas que geram a cor amarela. Esse é um tipo de dominância completa.



Mas existem também casos de dominância incompleta, que também chamamos de ausência de dominância.



Ela acontece quando o organismo heterozigoto apresenta fenótipo intermediário. É o caso das flores maravilha (*Mirabilis jalapa*).



Por exemplo, a presença de um alelo para a cor vermelha (V) e um alelo para a cor branca (B) irá resultar em uma flor rosa (VB)!



Uau! Então teremos a formação de um 3º fenótipo?



Sim! As flores homozigotas VV serão vermelhas. As flores BB serão brancas. Já as flores BV serão rosas!



Que bom saber disso, antes eu achava que todas as características seguiam as leis de Mendel, agora vi que nem sempre é assim!



Atividade sobre dominância incompleta

Agora que aprendemos um pouco sobre a dominância incompleta, vamos testar o nosso conhecimento sobre esse tipo de herança.

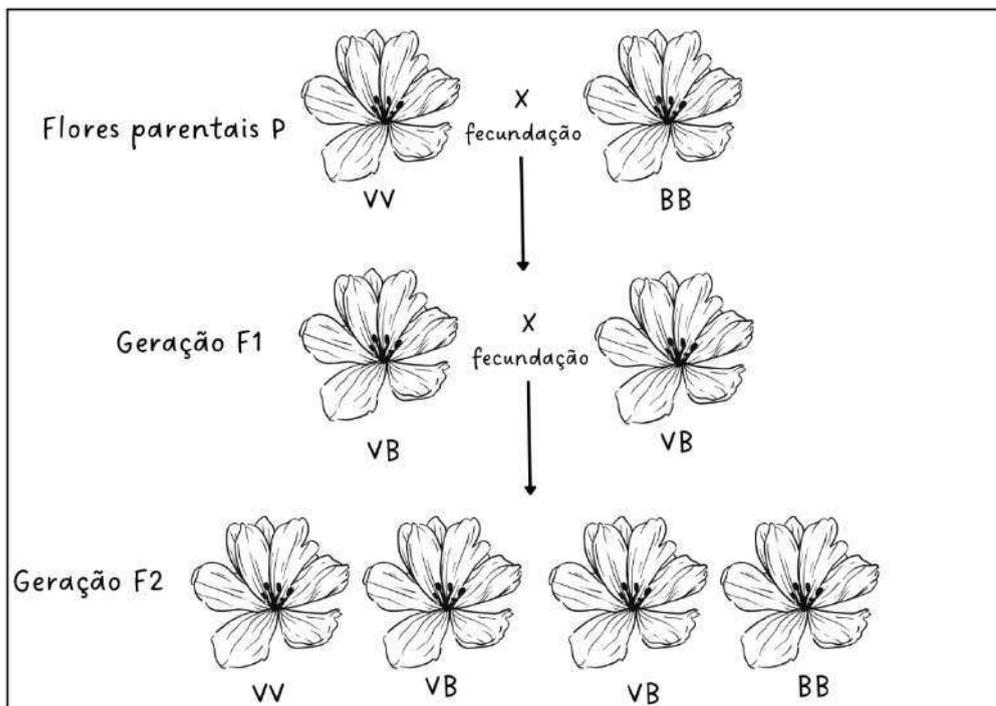


Vamos precisar de lápis de cor com as cores: vermelho e rosa.

Obs: quando a cor branca surgir, basta deixar com o fundo original do papel.



Na flor maravilha, representada abaixo, presença dos alelos VV gera cor vermelha. A presença de dois alelos BB gera cor branca. Já a presença dos dois alelos juntos, ou seja, VB, gera uma flor rosa. Considerando essa relação de dominância incompleta, identifique o fenótipo resultante em cada uma das gerações e pinte-as com a cor correspondente.



O sistema sanguíneo ABO

 <p>Em humanos, de acordo com o sistema ABO, é possível encontrar sangues dos tipos: A, B, AB e O.</p>	<p>Na determinação desses fenótipos, há participação de 3 alelos, não apenas 2, como vimos até agora.</p> 
<p>Vamos representá-los assim: <u>A</u>, <u>B</u>, <u>o</u>.</p> 	<p>Como esses alelos estão em cromossomos homólogos, cada pessoa, só poderá apresentar 2 deles.</p> 
<p>Quando a pessoa, tem, ao mesmo tempo, os alelos <u>A</u> e <u>B</u>, o grupo sanguíneo será AB, pois há relação de codominância entre eles.</p> 	<p>Quando a pessoa tiver o alelo <u>A</u> e o alelo <u>o</u>, ao mesmo tempo, o alelo A se manifestará, pois o alelo A é dominante e a pessoa terá sangue tipo A.</p> 
<p>Quando a pessoa tiver o alelo <u>B</u> e o alelo <u>o</u>, ao mesmo tempo, o alelo B se manifestará, pois ele é dominante sobre o alelo <u>o</u>. Assim, a pessoa terá sangue tipo B.</p> 	<p>Dessa forma, o alelo <u>o</u>, é recessivo em relação aos alelos <u>A</u> e <u>B</u>. Pessoas com sangue O, tem dois alelos <u>o</u>. Esse é o meu tipo de sangue, duplamente recessivo! QUAL É O SEU?</p> 

A codominância dos alelos A e B

Já ouviu falar da codominância? Não!

Na codominância, cada alelo gera uma proteína diferente, assim, o fenótipo heterozigoto possui ambas as características para esse alelo!

Oi? Não entendi nada! Explique isso melhor, por favor!

Vou explicar do início: no sistema sanguíneo ABO, o alelo **A** produz o antígeno A, na hemácia. Nesse caso, o sangue será tipo A, mesmo se ele vier acompanhado do alelo recessivo **o**.

O alelo **B** produz o antígeno B. Nesse caso, o sangue será do tipo B, mesmo se vier acompanhado do alelo recessivo **o**.

Mas, se o indivíduo tiver o alelo **A** e também o alelo **B**, como consequência, seu sangue será tipo AB, o que é uma situação de codominância!

Meu sangue é tipo AB, então eu sou heterozigota, com dois alelos dominantes?

É sim! Podemos dizer que você representa um clássico caso de codominância!

Vamos investigar uma situação?



Um aluno descobriu, por meio de um exame, que seu sangue é do tipo O. Curioso, ele perguntou para seus pais quais são os tipos sanguíneos deles. Sua mãe disse que é tipo A. Já seu pai, é do tipo B. Será que ele pode mesmo ser filho desse casal?

No espaço abaixo, escreva os possíveis genótipos dos pais desse aluno e descubra se ele pode, ou não, ser realmente filho deles.

Questão desafio da UERJ

(Universidade Estadual do
Rio de Janeiro)



(UERJ -2016) Em algumas raças de gado bovino, o cruzamento de indivíduos de pelagem totalmente vermelha com outros de pelagem totalmente branca, produz sempre indivíduos malhados, com pelagem de manchas vermelhas e brancas. Admita um grupo de indivíduos malhados, cruzados apenas entre si, que gerou uma prole de 20 indivíduos de coloração totalmente vermelha, 40 indivíduos com pelagem malhada e 20 indivíduos com coloração inteiramente branca. O resultado desse cruzamento é exemplo do seguinte fenômeno genético:

- a) epistasia
- b) pleiotropia
- c) dominância
- d) codominância.

Questões da UECE

(Universidade Estadual do Ceará)

e da UFT

(Universidade Federal do
Triângulo Mineiro)



(UECE/2019) Um dos conceitos utilizados para compreensão de genética diz que a propriedade de um alelo de produzir o mesmo fenótipo tanto em condição homozigótica como em condição heterozigótica é causada por um gene:

- A) homozigoto
- B) dominante
- C) recessivo
- D) autossomo

(UFT/2023) Considere uma espécie animal cuja cor da pelagem é definida por um gene. Ambos os progenitores são heterozigóticos para essa característica. A proporção esperada de descendentes também heterozigóticos para essa mesma característica é:

- A) 25%
- B) 50%
- C) 75%
- D) 100%

Vamos brincar e experimentar?

Para a realização desse experimento vamos precisar dos seguintes materiais:

- tinta guache azul
- tinta guache amarela
- tinta guache vermelha
- tinta guache laranja
- óleo de cozinha
- pincel
- 3 copos
- colher de sopa
- água



Roteiro do experimento:

1° - Em um copo, misture a tinta azul (uma colher de sopa) com a tinta amarela (uma colher de sopa). Represente no desenho abaixo, a cor obtida nessa mistura:



2° - Em um 2° copo, coloque uma colher de sopa de tinta guache vermelha e misture com uma colher de sopa de água. Reproduza, no desenho abaixo, como ficou a cor resultante dessa mistura.



3° - No 3° copo, coloque uma colher de sopa de tinta guache laranja com uma colher de sopa de óleo de soja. Reproduza, no desenho abaixo, como ficou essa mistura:



Considere que as tintas azul, amarela, vermelha, laranja e também a água e o óleo de soja, são proteínas, resultantes da manifestação de alelos de genes de um ser vivo:

A tinta azul representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "A".

A tinta amarela representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "M".

A tinta vermelha representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "V".

A tinta laranja representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "L".

A água representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "a".

O óleo de soja representa o fenótipo obtido pela manifestação do alelo "O".

Nessa experimentação, vamos considerar um organismo diploide. Nesse caso, dois alelos vão se unir na fecundação para gerar uma característica (fenótipo), que no caso, é a cor do líquido presente no copo. Sendo assim, responda:

a) No 1º copo, foram misturadas quantidades iguais da tinta azul com a tinta amarela. Qual foi o resultado dessa mistura, ou seja, qual foi o fenótipo resultante dessa combinação?

b) No 2º copo, houve a mistura de quantidades iguais de tinta guache vermelha com água. Qual foi o resultado dessa mistura, ou seja, qual foi o fenótipo resultante?

c) No 3º copo, ocorreu a mistura de tinta laranja com o óleo de soja. Qual foi o resultado obtido nessa mistura, ou seja, qual foi o fenótipo encontrado?

d) Qual dos 3 copos misturados pode representar um caso de dominância completa, de acordo com a 1ª Lei de Mendel? Justifique sua resposta.

e) Qual dos 3 copos misturados pode representar um caso de dominância incompleta? Justifique sua resposta.

f) Qual dos 3 copos misturados pode representar um caso de codominância? Justifique sua resposta.

O que são alelos letais?

Meu professor veio com um papo estranho. Ele disse que a presença de certos alelos, podem matar! Acredita?

Você está falando dos alelos letais?

Isso, foi esse o termo que ele usou!

Por mais estranho que possa parecer, isso acontece sim!

Ele falou de camundongos. Neles, os pelos amarelos são determinados pelo alelo dominante P. Os pelos marrons determinados pelo alelo r, são recessivos. Pela 1ª Lei de Mendel, o cruzamento entre camundongos heterozigotos, deveria resultar em 3:1. Mas não acontece isso, a proporção é de 2 amarelos para 1 marrom!

Isso acontece pois quando dois alelos PP, dominantes, se unem, eles levam o embrião a morte. Assim, vão sobreviver, os ratinhos heterozigotos amarelos (Pp) e os ratinhos homozigotos marrons. Isso resulta numa proporção de 2 amarelos para 1 marrom!

Um pena, mas alelos letais também podem ocorrer com outros seres vivos, inclusive com humanos!

Coitadinhos dos ratos PP!

Atividade sobre alelos letais

Eu sempre adorei gatos! Gosto tanto que passei a estudar bastante sobre eles e descobri algo inusitado: o gato doméstico, com fenótipo Manx, não tem cauda!



A ausência da cauda deve-se a presença de um alelo dominante. Um único alelo, é capaz de prejudicar a formação da coluna vertebral, o que gera a ausência da cauda. Porém, quando esse alelo dominante aparece em dose dupla, o gatinho não sobrevive, pois esses 2 alelos juntos, são letais!



Considere um casal de gatos Manx. Qual a probabilidade de nascer, no cruzamento entre eles, um filhote com cauda normal? Represente o cruzamento e seus alelos no quadro abaixo:

Resposta:



A segunda lei de Mendel

Após perceber que os fatores agiam seguindo a 1ª lei, Mendel continuou sua investigação e formulou a 2ª lei.

“Os fatores (alelos) para duas ou mais características se distribuem independentemente durante a formação dos gametas e se combinam ao acaso”

A 2ª lei também pode ser chamada de lei da segregação independente.

Inicialmente ele estudou uma característica por vez, o que o ajudou na formulação da 1ª lei.

Depois, ele analisou duas características ao mesmo tempo.

Por exemplo, a cor: que pode ser verde ou amarela. E a textura: que pode ser lisa ou rugosa.

Mendel cruzou duas variedades puras com características diferentes: um indivíduo amarelo e liso (VVRR) e outro verde e rugoso (vvrr)

Ao cruzar ervilhas puras, Mendel obteve na geração F1 100% de indivíduos heterozigotos para as duas características, todos eram VvRr. Ou seja, os heterozigotos eram amarelos e lisos.










Amarelos lisos: VVRR

X

Verdes rugosos: vvrr

100% Amarelos lisos: VvRr heterozigotos

Depois fez o cruzamento das plantas da geração F1 para saber como ocorria a transmissão das características. Ele queria descobrir se os alelos V e R eram herdados sempre juntos ou de forma separada.



Ao realizar o cruzamento entre os indivíduos da F1, ele percebeu que, na descendência F2, obteve resultados que estavam próximos à proporção fenotípica 9:3:3:1

VVRr	VVRr	VvRR	VvRr
VVRr	VVrr	VvRr	Vvrr
VvRr	VvRr	vvRR	vvRr
VvRr	Vvrr	vvRr	vvrr



Ele notou que os alelos segregavam-se de maneira independente, pois surgiram mais variações que o esperado do que se a segregação fosse dependente



Mendel testou as várias características das ervilhas, obtendo sempre algo em torno da proporção de 9:3:3:1



Mendel então entendeu que os alelos segregam-se de maneira independente durante a formação do gameta.



É importante lembrar que essa lei vale só para aqueles genes que estão em cromossomos não homólogos ou para aqueles que estão longe uns dos outros.





Nessa atividade você vai precisar de lápis com as cores azul, rosa, amarelo e vermelho.



ATIVIDADE sobre a 2ª lei de Mendel

Considere uma planta capaz de gerar flores azuis ou rosas e frutos que podem ser amarelos ou vermelhos. Nessa espécie de planta é possível encontrar alelos A ou a, para a cor de flor e também os alelos B ou b para a cor do fruto.

Sendo: A = alelo dominante que gera a característica flor azul
 a = alelo recessivo que gera flor de cor rosa.
 B = alelo dominante que gera frutos amarelos.
 b = alelo recessivo que gera frutos vermelhos.

Considerando os genótipos e seus respectivos fenótipos, faça o cruzamento de uma planta com genótipo AaBb com outra de genótipo também AaBb.

a) Quais serão os gametas gerados por cada uma delas?

R:

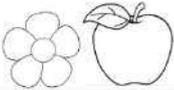
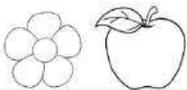
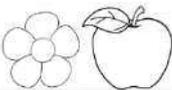
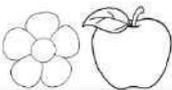
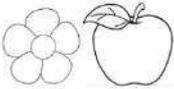
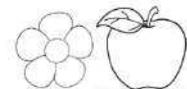
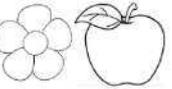
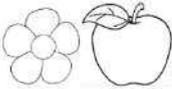
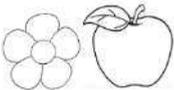
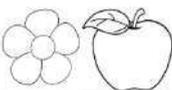
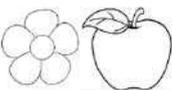
b) Quais serão os genótipos resultantes desse cruzamento?

R:

c) Quais serão os fenótipos esperados nesse cruzamento?

R:

d) Agora vamos representar esse cruzamento utilizando quadro de Punnett abaixo. Pinte os descendentes formados com suas respectivas cores fenotípicas.

Vamos investigar outra situação?

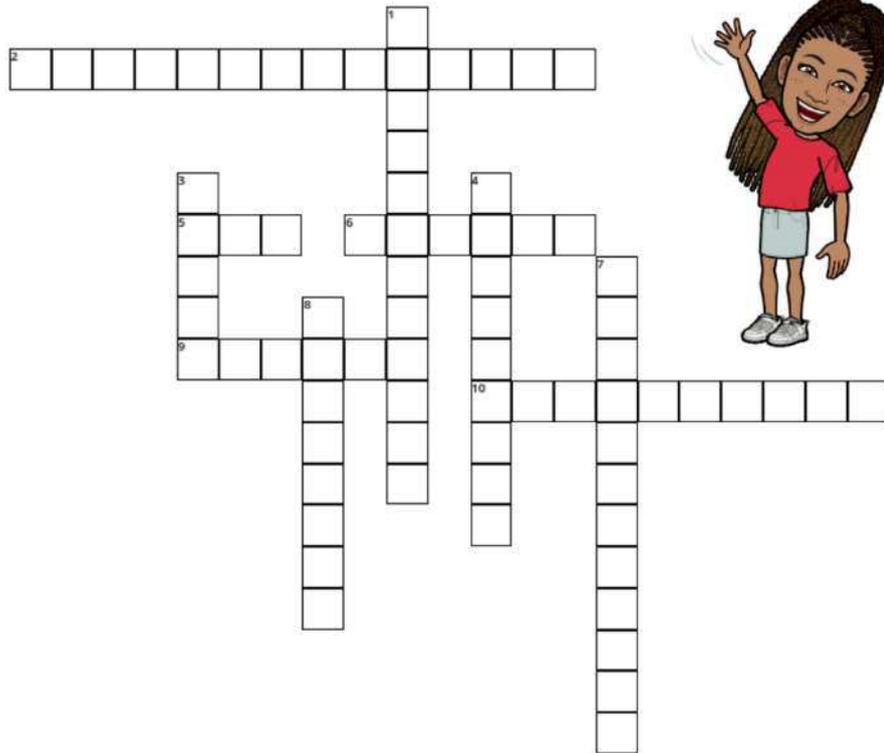


Dessa vez, vamos usar a 2^o lei de Mendel para solucionar nosso desafio.

Uma ervilha de semente amarela e lisa (características dominantes) foi cruzada com outra ervilha de semente verde e rugosa. Nesse cruzamento, metade dos descendentes são amarelos e rugosos e metade amarelos e lisos. Qual é o genótipo das plantas genitoras? Faça um esquema representando este cruzamento:

Palavras cruzadas (parte 2)

DESCUBRA AS PALAVRAS QUE ENCAIXAM NA CRUZADINHA DE ACORDO COM OS CONCEITOS ESTUDADOS NO NOSSO ALMANAQUE.



1 A 2ª lei de Mendel também pode ser chamada de lei da segregação _____

2 Doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina

3 Tipo de fruto que protege as ervilhas.

4 Flor que representa um clássico caso de dominância incompleta. A cor rosa se manifesta na presença dos dois alelos para as cores branco e vermelho.

5 Sistema que classifica o sangue em quatro diferentes tipos: A, B, AB e O.

6 Alelos que, em algumas situações específicas, podem causar a morte do organismo.

7 Tipo de dominância que ocorre quando os dois alelos expressam-se em heterozigose, sem formar um fenótipo intermediário.

8 Tipo de dominância, observada por Mendel, que ocorre quando um alelo suprime a manifestação de outro em heterozigose.

9 Tipo de divisão celular que origina gametas haploides em humanos.

10 Tipo de dominância onde os alelos expressam-se em heterozigose, mas o fenótipo produzido é intermediário, uma vez que nenhum é completamente dominante.

Estudando as probabilidades: a regra do "e"

Duas regras simples de probabilidade facilitam os cálculos genéticos. Essas regras são: a da multiplicação (regra do "e") e a regra da adição (ou do "ou"). Vamos aprender sobre cada uma delas?



É importante lembrar que essa lei vale só para aqueles genes que estão em cromossomos não homólogos ou para aqueles que estão longe uns dos outros.



Regra do "e": usamos a multiplicação para descobrir a probabilidade de dois ou mais eventos independentes ocorrerem juntos. Os eventos são independentes quando a ocorrência de um evento não afeta a probabilidade de ocorrência do outro.



Exemplo: ao lançar uma moeda, haverá $1/2$ da chance de sair cara e $1/2$ da chance de sair coroa. Num segundo lançamento as probabilidades são as mesmas pois o eventos são independentes.



Mas se quisermos saber a probabilidade de jogarmos duas vezes essa moeda para o alto e sair cara nas duas jogadas?



Nesse caso devemos multiplicar $1/2 \times 1/2$, o resultado será $1/4$.

Assim funciona a regra do "e", multiplicando as probabilidades!



Estudando as probabilidades: a regra do "ou"

Em Genética, também podemos calcular a probabilidade de dois eventos ocorrerem de forma mutuamente exclusiva. Ou seja, a ocorrência de um, significa que o outro não ocorrerá! É o que chamamos de regra do "ou", pois ocorrerá apenas um ou outro evento. Para isso, basta SOMAR as suas probabilidades individuais.



Qual seria a probabilidade de obtermos o número 2 ou 4 no lançamento de um dado?



Para sair o número 2, temos 1/6 de chance. Para que o 4 ocorra, temos também 1/6 de chance.

Assim, não é possível ocorrer esses dois eventos juntos, pois um resultado exclui o outro.



Então, devemos somar as duas probabilidades:

$$\begin{aligned} &1/6 + 1/6 \\ &= 2/6 = 1/3 \end{aligned}$$



A matemática é uma forte aliada da genética!



Aplicando as probabilidades



Um estudante de Biologia da UFJF tem genótipo $MmNnOoPp$. Sua namorada é estudante na mesma faculdade, ela tem o genótipo $mmNnooPp$. Ambos estão cursando a disciplina de genética. Eles desejam se casar ao final do curso e constituir uma família juntos, mas antes eles vão planejar os filhos considerando as probabilidades genóticas possíveis para eles. Ambos estão com algumas dúvidas. Vamos ajudá-los?

a) Qual a probabilidade desse casal ter uma menina e um menino em duas gestações diferentes?

b) Qual a probabilidade de nascer uma menina com o genótipo mm e Oo na mesma criança?

c) Qual a probabilidade de nascer uma criança, portadora dos alelos heterozigotos Pp ou homozigotos pp ?

Jogo da memória do Bioervilhas

Para brincar com esse jogo você vai precisar recortar os dois conjuntos de cartas, se preferir, você pode plastificá-las.

As cartas verdes são as pistas (ou perguntas). As cartas amarelas contêm as respostas. Cada carta verde contém uma única carta amarela correspondente que servirá de par.

Após recortar as cartas, elas devem ser distribuídas aleatoriamente com o verso voltado para cima, de forma que os jogadores não consigam ler as palavras contidas nelas.

Iniciará o jogo, quem vencer uma disputa de par ou ímpar. O jogador que começar, vai virar uma carta, em seguida vai virar outra carta, para tentar encontrar o par que satisfaz o conjunto "pista e resposta".

Em caso de erro, o jogador desvira as duas cartas na mesa e passa a vez para o outro jogador.

Em caso de acerto, o jogador recolhe da mesa as cartas correspondentes e tem direito a uma nova jogada até errar.

Cada acerto vale um ponto.

O vencedor será o jogador que fizer mais pontos.

<p>Um casal de gatos Manx (Aa) teve sua 1ª ninhada. Como será a prole esperada desse casal, sabendo que alelos AA são letais juntos?</p>	<p>Como o alelo A é letal em dose dupla, é possível que 1/3 dos gatos tenha cauda (aa) e 2/3 não tenham cauda (Aa).</p>	<p>São heterozigotos, ou seja, com alelos diferentes, para uma determinada característica, como:</p>
<p>Como serão os descendentes de um cruzamento de sementes de ervilha verde (aa) com outra semente amarela pura (AA)?</p>	<p>Todas as ervilhas serão amarelas heterozigotas (Aa)</p>	<p>Aa BB Vv Pp</p>

Verso livre para recorte do jogo da memória

<p>são alelos iguais para uma mesma característica, ou seja, são homozigotos, como:</p>	<p>AA BB VV PP</p>	<p>Lei que diz: "os fatores para duas ou mais características se distribuem independentemente durante a formação dos gametas e se combinam ao acaso"</p>
<p>Professor e monge austríaco, que fez experimentos com ervilhas e é considerado o pai da genética.</p>	<p>Gregor Mendel</p>	<p>2º lei de Mendel, ou lei de segregação dos fatores.</p>
<p>É a base da genética que explica como determinadas características são transmitida aos descendentes.</p>	<p>Hereditariedade</p>	<p>Células haploides em humanos</p>
<p>Lei que diz: "cada caráter é condicionado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, nos quais ocorrem em dose simples."</p>	<p>1º lei de Mendel</p>	<p>Espermatozoides e ovócito II</p>

Verso livre para recorte do jogo da memória

<p>Conjunto de genes que um indivíduo possui em suas células.</p>	<p>Genótipo</p>	<p>Um aluno descobriu que seu sangue é tipo AB. Sabendo, que esse é um caso clássico de codominância, quais são os possíveis genótipos dos pais?</p>
<p>O conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo</p>	<p>Fenótipo</p>	<p>Os genótipos dos pais podem ser: AA ou Ai BB ou Bi</p>
<p>Organismos que possuem células com dois conjuntos de cromossomos</p>	<p>Diplóides</p>	<p>Uma flor maravilha, com genótipo Aa, foi fecundada com uma flor aa. Qual o fenótipo da prole, sabendo que esse é um caso de dominância incompleta?</p>
<p>É o tipo de divisão celular que forma gametas em animais. Nessa divisão, os gametas formados são haploides.</p>	<p>Meiose</p>	<p>O resultado será uma prole com 25% de flores rosas e 75% de flores brancas.</p>

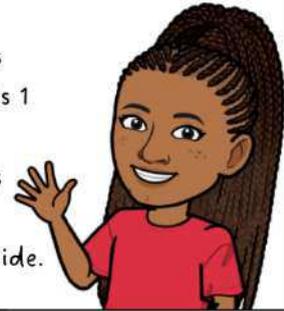
Verso livre para recorte do jogo da memória

Um sonho extraordinário!

Eu tive um sonho incrível! Sonhei que conheci uma extraterrestre que se chamava Alina. Ela sabia muito sobre a biologia da Terra!



Seu cariótipo era formado por 14 pares de cromossomos homólogos mais 1 par de cromossomos sexuais. Um organismo diploide.



Ela se parecia com os terráqueos. Alina era uma menina, com cromossomos sexuais XX, como eu!



No genoma de Alina, há muitos genes que se expressam por dominância completa, dominância incompleta e também codominância!



Ela me mostrou a imagem de alguns dos seus cromossomos. Nele, alguns genes, com seus respectivos alelos, estavam identificados por letras.



Ela também trouxe uma tabela com os tipos de dominâncias que ocorriam entre o pares de alelos homólogos. Veja a tabela a seguir:



Genótipo e fenótipo da ET Alina

Analise a tabela com as relações de dominância entre os alelos de Alina e descubra os fenótipos resultantes:



Genes de Alina	Relação de dominância	Alelos possíveis e características	Fenótipo resultante:
Aa	Dominância completa	A: olhos pretos a: olhos amarelos.	
BB	Dominância completa	B: pele verde b: pele branca	
cc	Dominância completa	C: cabeluda c: careca	
Dd	Dominância completa	D: dentes brancos d: dentes azuis	
ee	Dominância completa	E: dedos curtos e: dedos esticados	
Ff	Alelo letal em duplo recessivo	F: forte f: fraco	
gg	Alelos letais em duplos dominantes	G: cabeça pequena g: cabeça grande	

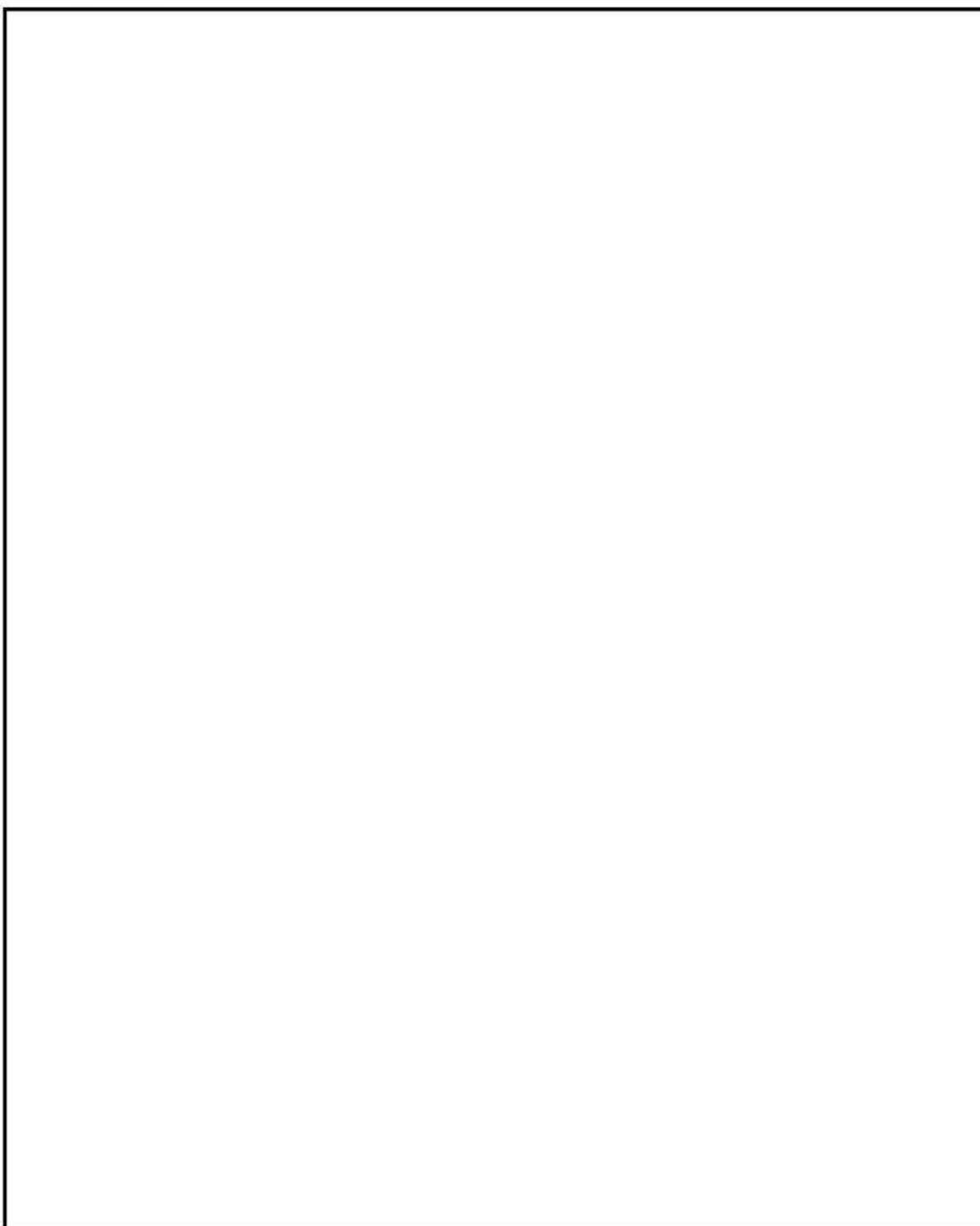


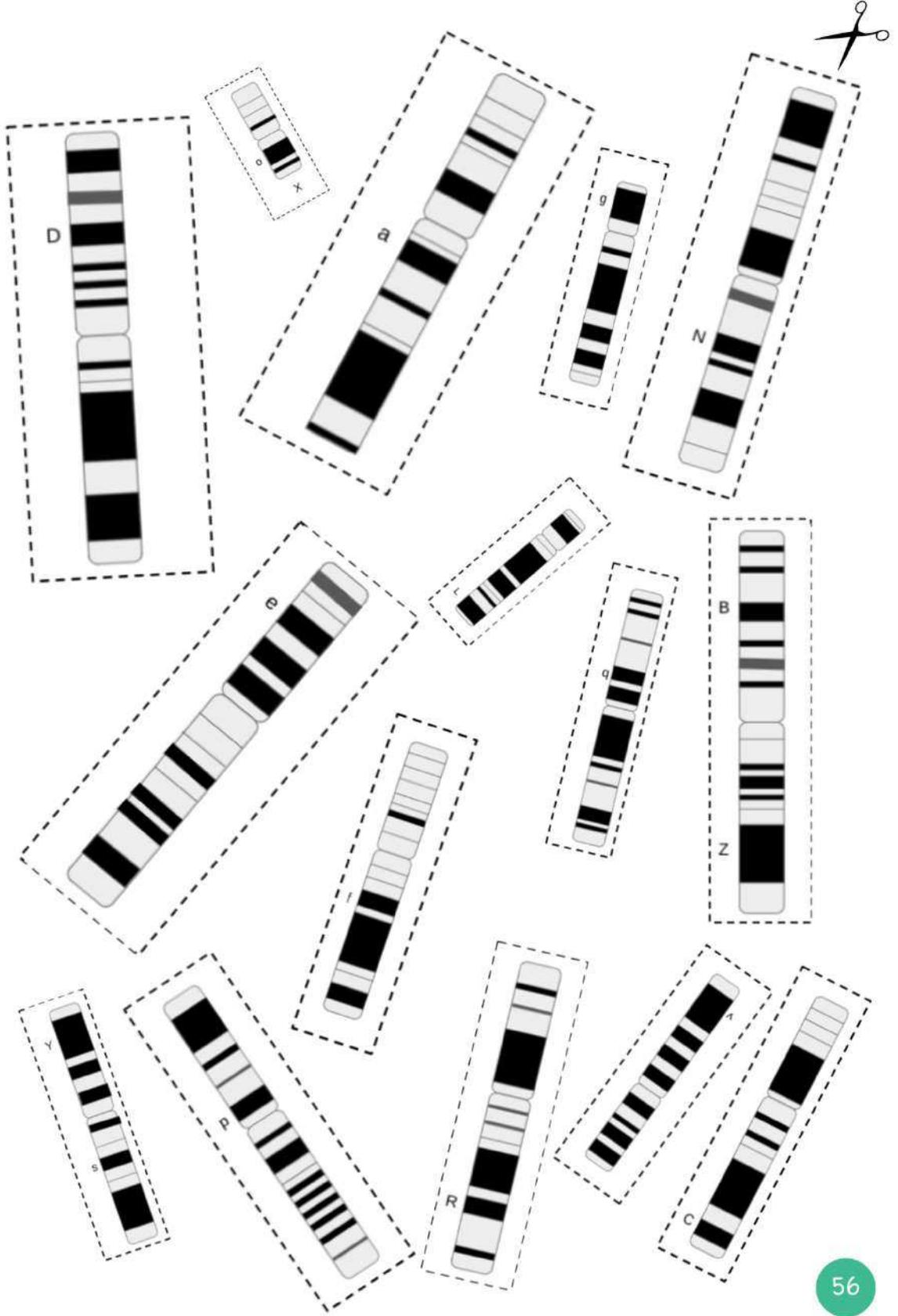
Genes de Alina	Relação de dominância	Alelos possíveis e características	Fenótipo resultante:
LL	Dominância completa	L: olhos estreitos l: olhos largos	
MN	Codominância	M: sangue tipo M N: sangue tipo N	
oo	Dominância completa	O: orelha presente o: orelha ausente	
PP	Dominância completa	P: pernas longas p: pernas curtas	
Qq	Dominância completa	Q: queixo estreito q: queixo largo	
Rr	Alelos letais em duplos recessivos	R: rosto largo r: rosto estreito	
ss	Dominância completa	S: sardas presentes s: sardas ausentes	
Vv	Dominância completa	V: olho normal v: olho vesgo	
ZZ	Dominância completa	Z: audição normal z: zumbido no ouvido	
YY	Dominância completa	Y: unhas curtas y: unhas longas	



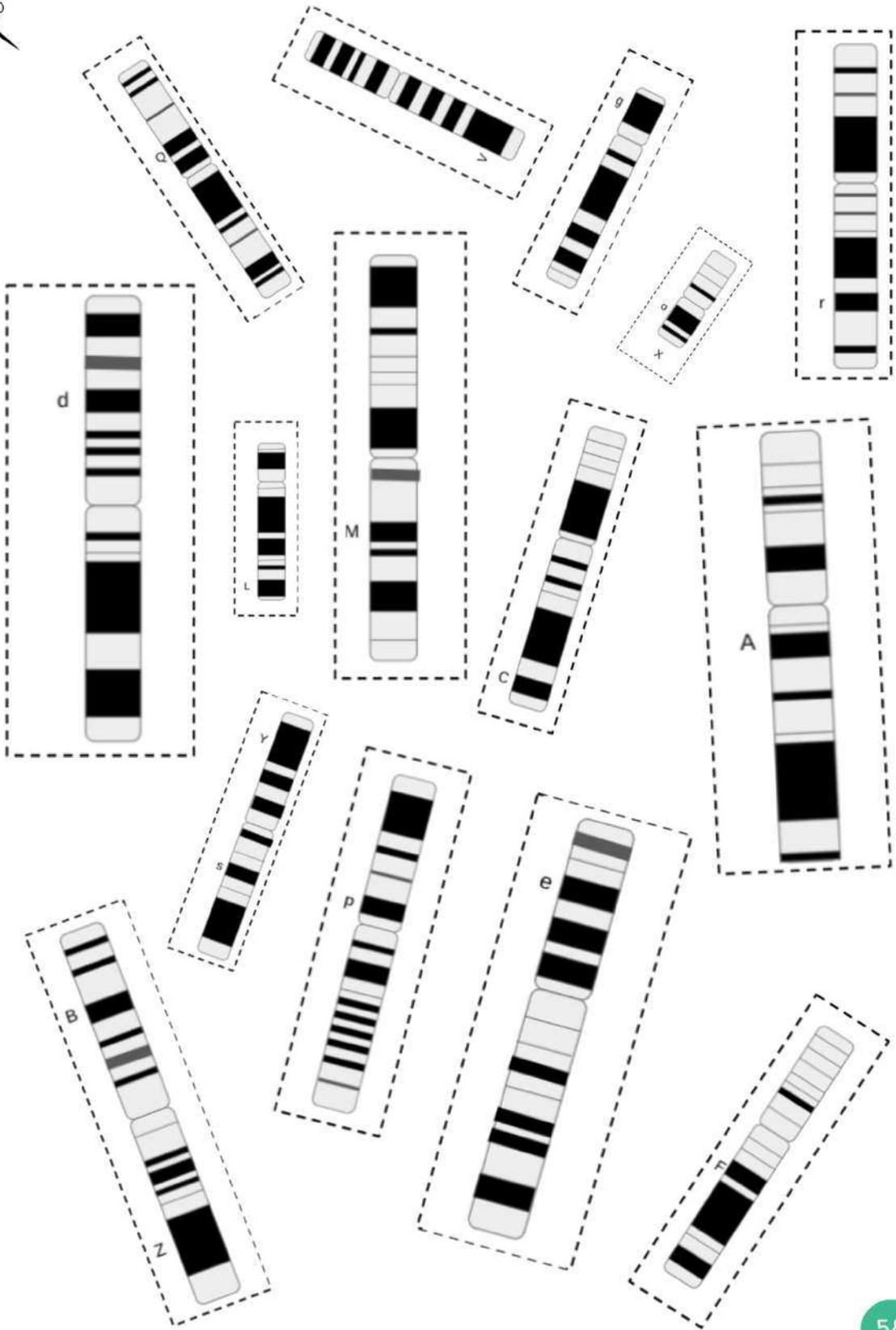
Quebra-cabeça do cariôtipo da ET Alina

Nas próximas páginas estão embaralhados os cromossomos da ET Alina. Recorte e organize os cromossomos homólogos correspondentes, em ordem decrescente de tamanho. Após recortá-los, organize-os e cole-os no espaço abaixo, para formar o cariôtipo completo da ET Alina:





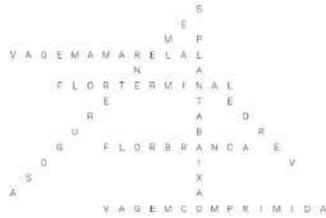
Verso livre para recorte do quebra-cabeça



Verso livre para recorte do quebra-cabeça

Resoluções das atividades e desafios

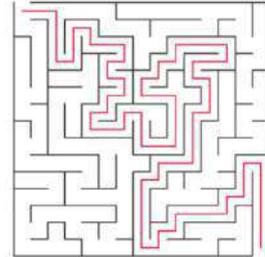
Página 11 - Caça-palavras (características recessivas)



Página 12 - Caça-palavras (características dominantes)



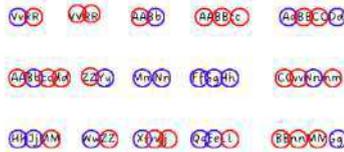
Página 12- Labirinto:



Página 13- Atividade:



Página 16- Atividade:



Página 20:

- 1 - RECESSIVOS
- 2 - ERVILHA
- 3 - DOMINANTES
- 4 - MENDEL
- 5 - FATORES
- 6 - LOCUS
- 7 - DIPLOIDES
- 8 - ALELOS
- 9 - CÉLULA
- 10 - CROMOSSOMOS

Página 23: Desafio do ENEM letra C - 25%

- Páginas 24 e 25:
- HETEROZIGOTOS
 - GAMETAS
 - FENÓTIPO
 - HAPLOIDE
 - HOMÓLOGOS
 - AUTOSSOMOS
 - GENÓTIPO
 - MEIOSE

Página 26:

Resposta: letra C. Como os dois animais brancos deram origem a um carneiro preto, podemos concluir que os pais brancos eram heterozigotos (Pp). Do retrocruzamento (Pp x pp) surgiram os genótipos: Pp, Pp, pp e pp. Assim, a probabilidade de nascer um animal branco é de 50%.

Página 28:

Atividade sobre dominância incompleta:
 Flores parentais: VV (vermelha) e BB (branca)
 Geração F1: VB (100% rosas)
 Geração F2:
 25% VV (vermelha)
 50% VB (rosas)
 25% BB (brancas)

Página 31:

Desafio da 2ª lei de Mendel:
 O aluno pode sim ser filho dos pais se ambos os genitores forem heterozigotos. Nesse caso a mãe teria um alelo dominante A e um alelo recessivo i (Ai). Já o pai, também heterozigoto, teria alelo dominante B e um alelo recessivo i (Bi). Portanto, nesse cruzamento há 25% de chance de ter um filho O, que é o genótipo do filho.

Página 34 e 35: Vamos brincar e experimentar?

- a) A cor resultante foi um fenótipo verde.
- b) A cor resultante foi um fenótipo vermelho.
- c) Não houve mistura entre os líquidos, a cor laranja ficou separada do óleo de soja.
- d) O 2º copo representa a dominância completa. Pois a tinta vermelha, representou um fenótipo vindo de um alelo dominante, capaz de gerar sua característica mesmo quando esteve misturado com o alelo recessivo (representado pela água).
- e) No 1º copo há representação da dominância incompleta, pois a tinta azul se misturou com a amarela resultando em um terceiro fenótipo: o verde.
- f) O 3º copo, pois não houve mistura entre o óleo e a tinta laranja. As cores das duas substâncias apareceram em fases separadas, mostrando a evidência da presença dos dois fenótipos, o que seria gerado por dois alelos diferentes codominantes.

Página 37: Atividade sobre alelos letais:

A probabilidade de nascer um gato normal nesse cruzamento é de 25%, conforme a representação no quadro de Punnett.

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Página 40

Atividade 2ª lei de Mendel:
 a) Os gametas serão: AB, Ab, aB, ab.
 b) Os genótipos serão: AABB, AABb, AaBB, AaBb, AABb, AAAb, AaBb, Aabb, AaBB, AaBb, aaBB, aaBb, AaBb, Aabb, aaBb, aabb.
 c) Os fenótipos serão: 9 descendentes com flores azuis e frutos amarelos; 3 descendentes com flores azuis e frutos vermelhos; 3 descendentes com flores rosas e frutos amarelos; 1 descendente com flor rosa e fruto vermelho.

Página 40:

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAAb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Página 41:

Questão desafio 2ª lei de Mendel: o genótipo dos genitores são: VVrr e vvrr.

Página 42:

- 1 - INDEPENDENTE
- 2 - FENILCETONÚRIA
- 3 - VAGEM
- 4 - MARAVILHA
- 5 - ABO
- 6 - LETAIS
- 7 - CODOMINÂNCIA
- 8 - COMPLETA
- 9 - MEIOSE
- 10 - INCOMPLETA

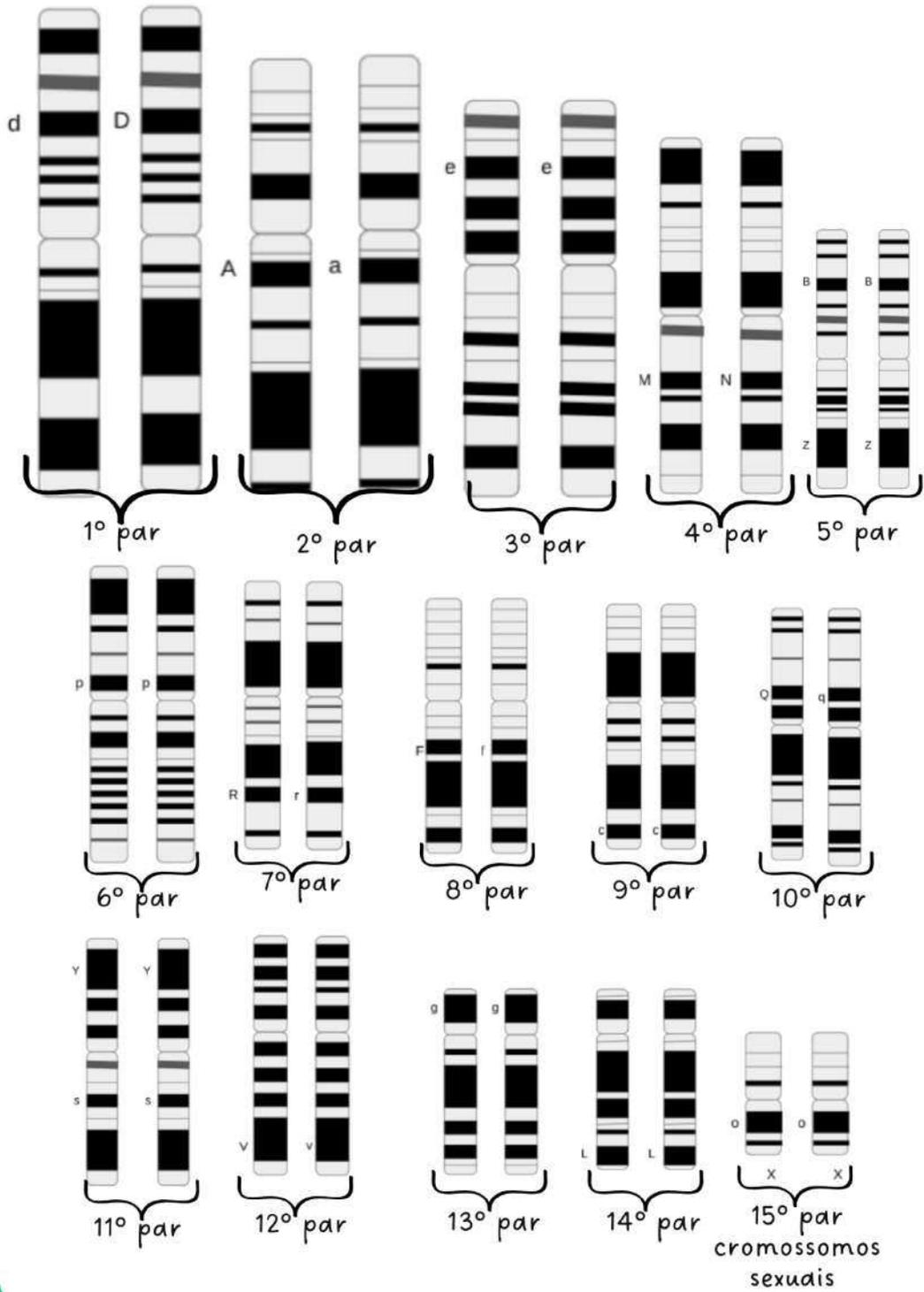
Página 45 Aplicando as probabilidades:

- a) $1/2 \times 1/2 = 1/4$ (25% de ter um menino e uma menina).
- b) $1/2 \times 1/2 \times 1/1 = 1/4$ (25% de chance de nascer menina, com genótipo mm e Oo).
- c) $1/2 + 1/2 = 2/4 = 1/2$ (50% de chance de nascer criança heterozigota Pp ou homozigota pp).

Página 53 e 54- Genótipos e fenótipos da ET Alina

- | | | |
|--------------------|---------------------|----------------------|
| 1º olhos pretos | 7º cabeça grande | 13º rosto largo |
| 2º pele verde | 8º olhos estreitos | 14º saradas ausentes |
| 3º careca | 9º sangue MN | 15º olho normal |
| 4º dentes brancos | 10º orelha ausente | 16º audição normal |
| 5º dedos esticados | 11º pernas curtas | 17º unhas curtas |
| 6º forte | 12º queixo estreito | |

PÁGINA 55
GABARITO DO QUEBRA-CABEÇA DOS CROMOSSOMOS



Referências

UERJ - Revista eletrônica do vestibular UERJ - Questão 30. 2016. 1º Exame de qualificação. Disponível em: https://www.revista.vestibular.uerj.br/questao/busca-questao-imprimir.php?aseq_area=5 . Acesso em: 20 de Setembro de 2023.

GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. Introdução à genética. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 743 p.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. Biologia Hoje. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

LOPES, S.; AUDINO, J.; PACCA, H. Inovar 9: Ciências da Natureza. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

MARQUI, A.B.T. Fenilcetonúria: aspectos genéticos, diagnóstico e tratamento. Rev soc bras clin med. 2017; 15(4):282-288.

Sant'Anna, H. de P. e, Lopes, A. D. C., Mota, A. C. M., Ribeiro, R. C., & Boas, A. V. (2020). Alelos e Cores: integrando transcrição, tradução e interações alélicas. Genética Na Escola, 15(2), 142-163. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2020.339>

Aplicativos utilizados na produção deste almanaque:

APRESENTAÇÕES GOOGLE: disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/slides/about/> (quebra-cabeça dos cromossomos).

BITMOJI: disponível em: <https://www.bitmoji.com> (criação dos personagens da histórias em quadrinhos e atividades).

CANVA: disponível em: <https://canva.com> (editor de texto e imagens).

EDUCOLORIR: disponível em: <https://www.educolorir.com/wordsearch.php>. (cruzadinhas e caça-palavras)

GENIOL: disponível em: <https://www.geniol.com.br/palavras/palavras-cruzadas/> (gerador de palavras cruzadas).

GENIOL: disponível em: <https://www.geniol.com.br/palavras/caca-palavras/criador/> (gerador de caça-palavras).



Acesse a página do Instagram Bioervilhas; lá você encontrará este almanaque disponível no formato digital.

Você deseja ensinar genética mendeliana de forma divertida?

Na rotina escolar, desvendar os enigmas da genética é um desafio, pois frequentemente, o assunto é percebido como um tema difícil, exigindo a compreensão simultânea de conceitos abstratos e raciocínios matemáticos. No entanto, assim como em qualquer desafio, aprender e ensinar sobre essa área da ciência pode se tornar emocionante quando os conceitos são aliados à criatividade das histórias em quadrinhos e à realização de atividades lúdicas. O almanaque Bioervilhas é um material riquíssimo para o professor que deseja ensinar Genética mendeliana, pois terá em suas mãos um produto final de conclusão de um Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO). Portanto, todas as histórias e atividades aqui encontradas, estão fundamentadas nas habilidades e objetivos de aprendizado da BNCC e foram amplamente discutidas e revisadas. Por meio do almanaque Bioervilhas, os alunos podem acompanhar as descobertas de Mendel: desde a primeira até a segunda lei, além de suas variações. Eles se identificam com os personagens coloridos do almanaque, compreendem o conteúdo devido o uso de uma linguagem mais acessível e aplicam seus conhecimentos em atividades simples propostas neste material. Essa imersão lúdica pode tornar a aprendizagem mais envolvente e significativa.



Profa. Mestra Juliana Eulalia Dessupoio Cipriani. Professora da Educação Básica e Ensino Médio de Biologia e Ciências, na E. E. Duque de Caxias - Juiz de Fora MG.



Profa. Dra. Simone Moreira de Macêdo. Docente no Depto. Anatomia Humana da UFJF. Orienta projetos com estratégias inovadoras para o ensino no Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional - UFJF /JF - PROFBIO



ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa "CRIAÇÃO DE UM ALMANAQUE COM HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ATIVIDADES DIVERSIFICADAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a busca por metodologias de ensino que visem uma possibilidade diferencial de aprendizagem, para trabalhar o tema genética básica devido à complexidade e dificuldade que envolve o tema. Nesta pesquisa pretendemos criar uma sequência didática que possibilite a implementação de atividades de caráter problematizador, associadas à criação de um almanaque contendo histórias em quadrinhos e atividades lúdicas, buscando melhorar a compreensão e participação dos alunos no conteúdo de genética no ensino médio.

Caso você concorde na participação do menor vamos fazer as seguintes atividades com ele: **apresentação da proposta, debates e diálogo aberto, seminários, aula expositiva dialogada e criação de histórias em quadrinhos e atividades lúdicas instrutivas relacionados ao tema de genética.** Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: **riscos mínimos, relacionados ao preenchimento do questionário, como, por exemplo, constrangimento ao responder as perguntas.** Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, **garantir-se-á que o método de coleta dos dados sejam corretamente elaborados e tratados, bem como sua análise sigilosa para que os alunos não tenham exibição indevida.** A pesquisa pode ajudar a desenvolver metodologias de ensino com a utilização de histórias em quadrinhos e atividades lúdicas para melhorar a participação e compreensão do tema de genética no ensino médio.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato de não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Juliana Eulália Dessupoio Cipriani
Campus Universitário da UFJF
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB
CEP: 36036-900
Fone: (32) 999585056
E-mail: juliana.dessupoio@educacao.mg.gov.br

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO / ALUNOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "CRIAÇÃO DE UM ALMANAQUE COM HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ATIVIDADES DIVERSIFICADAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a busca por metodologias de ensino que visem uma possibilidade diferencial de aprendizagem, para trabalhar o tema genética básica devido à complexidade e dificuldade que envolve o tema. Nesta pesquisa pretendemos criar uma sequência didática que possibilite a implementação de atividades de caráter problematizador, associadas à criação de um almanaque contendo histórias em quadrinhos e atividades lúdicas, buscando melhorar a compreensão e participação dos alunos no conteúdo de genética no ensino médio.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: **apresentação da proposta, debates e diálogo aberto, seminários, aula expositiva dialogada e criação de histórias em quadrinhos e atividades lúdicas instrutivas relacionados ao tema de genética mendeliana.** Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: **riscos mínimos, relacionados por exemplo, constrangimento ao responder perguntas.** Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, **garantir-se-á que o método de coleta dos dados sejam corretamente elaborados e tratados, bem como sua análise sigilosa para que os alunos não tenham exibição indevida.** A pesquisa pode ajudar a desenvolver metodologias de ensino com a utilização de histórias em quadrinhos e atividades lúdicas para melhorar a participação e compreensão do tema de genética no ensino médio.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Juliana Eulália Dessupoio Cipriani
Campus Universitário da UFJF
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB
CEP: 36036-900
Fone: (32) 999585056
E-mail: julianadessupoio@educacao.mg.gov.br

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

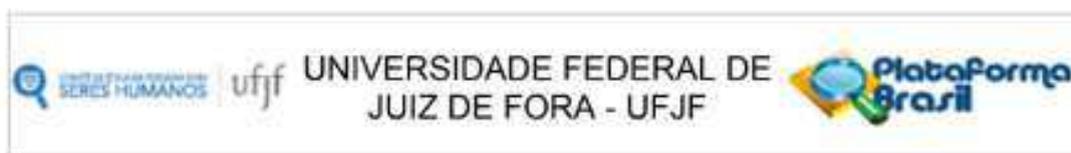
Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

ANEXO C - PARECER CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CRIAÇÃO DE UM ALMANAQUE COM HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ATIVIDADES DIVERSIFICADAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA

Pesquisador: JULIANA EULALIA DESSUPOIO CIPRIANI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 66541522.9.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.962.425

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

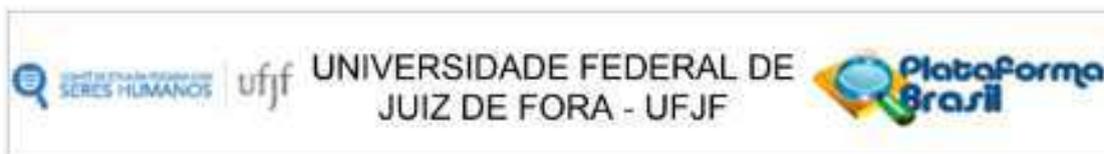
"O presente trabalho será desenvolvido na Escola Estadual Duque de Caxias, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Participarão das atividades aproximadamente 35 alunos do terceiro ano do Ensino Médio. A pesquisa seguirá uma abordagem descritiva de natureza de dados qualitativos. O desenvolvimento das atividades propostas visa inserir os alunos num modelo didático em que os mesmos serão protagonistas de sua aprendizagem. A partir da criação de atividades lúdicas e histórias em quadrinhos para a assimilação do conteúdo de genética com foco em Genética Mendeliana, oferecerá aos estudantes uma ferramenta simples e eficaz para melhor assimilação deste conteúdo."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Criar, como produto final, um almanaque de histórias em quadrinhos e atividades diversificadas contendo conceitos-chave de modo que esse material possa auxiliar o ensino de genética mendeliana no ensino médio.

Objetivo Secundário: Elaborar e aplicar, no terceiro ano do ensino médio, uma sequência didática com aulas problematizadoras sobre genética mendeliana. Orientar os alunos na produção de histórias em quadrinhos e outras atividades sobre o conteúdo de genética mendeliana. Criar uma

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.962.425

revista, no estilo popular de "almanaque" para a divulgação dos mesmos com objetivos pedagógicos. Analisar, de forma qualitativa; o grau de satisfação dos alunos e da professora mestranda pela metodologia proposta."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Consistem em riscos mínimos relacionados à exposição dos materiais produzidos e a exibição de seus produtos para a turma e nas redes sociais. No entanto serão tomados os devidos cuidados para resguardar a identidade dos alunos não os identificando na criação das atividades no momento de sua publicação. Benefícios: A aplicação do projeto, bem como a produção do almanaque proposto, atuará como instrumento auxiliador no ensino de genética mendeliana no ensino médio beneficiando diretamente todos os alunos participantes. O almanaque produzido também irá integrar a coleção da biblioteca da escola, além de ser distribuído para a comunidade escolar interessada com o intuito de favorecer a aprendizagem do assunto."

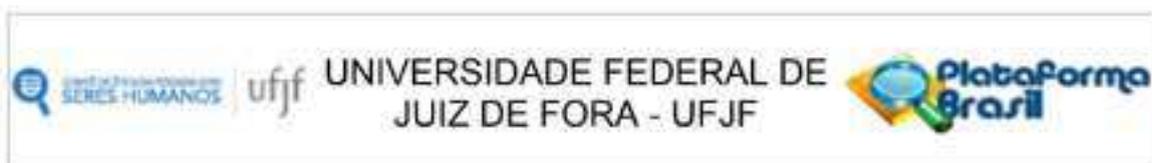
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N	CEP: 36.038-900
Bairro: SAO PEDRO	
UF: MG	Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788	E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.982.425

projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS-001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: abril de 2024.

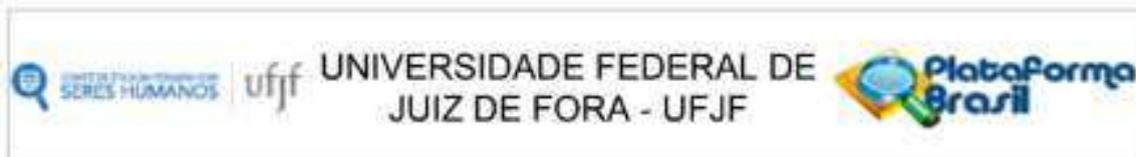
Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2060347.pdf	24/03/2023 14:17:58		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODETALHADOCEP.pdf	24/03/2023 14:16:26	Simone Moreira de Macêdo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoDaEscola.pdf	10/02/2023 13:59:19	Simone Moreira de Macêdo	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	10/02/2023 13:53:53	Simone Moreira de Macêdo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLERESPONSAVEIS.pdf	08/02/2023 11:20:36	Simone Moreira de Macêdo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	ASSENTIMENTO.pdf	08/02/2023 11:15:19	Simone Moreira de Macêdo	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.962.425

Ausência:	ASSENTIMENTO.pdf	08/02/2023 11:15:19	Simone Moreira de Macêdo	Aceito
Outros:	TermodesigiloJULIANA.pdf	12/01/2023 14:33:50	JULIANA EULALIA DESSUPOIO CIPRIANI	Aceito
Outros:	CURRICULOJU.pdf	12/01/2023 14:32:12	JULIANA EULALIA DESSUPOIO CIPRIANI	Aceito
Outros:	CURRICULOSIMONE.pdf	11/01/2023 10:38:44	JULIANA EULALIA DESSUPOIO CIPRIANI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 24 de Março de 2023

**Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))**