

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

**DESAFIO DO ENSINO DA 1ª LEI DE MENDEL:
uma proposta de construção desse conhecimento.**

ANDRÉ LUIZ DE FREITAS

**BELO HORIZONTE
2020**

ANDRÉ LUIZ DE FREITAS

**DESAFIO DO ENSINO DA 1ª LEI DE MENDEL:
uma proposta de construção desse conhecimento.**

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 Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.
Linha de Pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia.

Orientadora: Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez.

BELO HORIZONTE

2020

043

Freitas, André Luiz de.

Desafio do ensino da 1ª Lei de Mendel: uma proposta de construção desse conhecimento [manuscrito] / André Luiz de Freitas. – 2020.

145 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Genética. 3. Mendel, Lei de. 4. Aprendizagem Baseada em Problemas. I. Rodriguez, Mônica Bucciarelli. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE ANDRÉ LUIZ DE FREITAS	Defesa No. 30 entrada 2º/2018
--	--------------------------------------

No dia **26 de novembro, de 2020, às 14:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Google Meet os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**Desafio do Ensino da 1ª Lei de Mendel: Uma proposta de construção desse conhecimento**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, a **Profa. Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final.

Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)
Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez	UFMG	aprovado
Dra. Camila Dias Lopes	UFMG	aprovado
Dra. Ana Júlia Lemos Alves Pedreira	UnB	aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: aprovado

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, ao candidato, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 26 de novembro de 2020.

Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez

Dra. Camila Dias Lopes

Dra. Ana Júlia Lemos Alves Pedreira

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestrando: André Luiz de Freitas.

Título do TCM: DESAFIO DO ENSINO DA 1ª LEI DE MENDEL: uma proposta de construção desse conhecimento.

Data da defesa: 26/11/2020

Através deste relato quero descrever a minha experiência com o PROFBIO. Antes de me ingressar no curso, desejava aprofundar os meus conhecimentos e melhorar a minha prática pedagógica. Sempre acreditei que o ensino tradicional, onde o aluno é um mero “receptor” de informações, sendo ele apenas passivo no processo de ensino e aprendizagem, não colaborava de maneira considerável com a aprendizagem dos conteúdos. Então, assim que comecei a cursar o mestrado, os horizontes começaram a se abrir. Através das excelentes aulas ministradas pelos professores e das atividades, comecei a refletir o que poderia ser modificado e acrescentado nas minhas aulas. Então, a partir daí comecei a transformar a minha prática pedagógica. Cada atividade apresentada por mim e pelos meus colegas de classe, servia como ideias para serem utilizadas com os meus alunos. As atividades construídas e apresentadas a cada final de semestre, em cada tema, foram fundamentais, pois, a partir delas, comecei a entender o que era, de fato, uma atividade com viés investigativo. Ao trabalhar essas atividades com os meus alunos, eles ficavam surpresos, pois sentiam que aquilo era diferente do que eles estavam acostumados a vivenciar. A partir dessas aulas, eles compreendiam que era possível aprender de uma maneira diferente, ou seja, conseguiam entender que tinham papel ativo na construção do próprio conhecimento.

Entretanto, como “nem tudo na vida são flores”, diversas vezes pensei em desistir do curso, uma vez que não estava sendo nada fácil conciliar vida profissional (três escolas), os diversos afazeres diários, a vida acadêmica e a preocupação de não conseguir chegar ao fim.

No decorrer de todo o procedimento, para a elaboração do projeto de pesquisa e, conseqüentemente, para a escrita do Trabalho de Conclusão de Mestrado, tive muitas dificuldades. Diversas vezes, a ansiedade exacerbada quis que eu “jogasse tudo para o alto”, me tirando, inclusive, algumas noites de sono. O desespero de pensar que não iria conseguir chegar ao final do curso também foi uma grande barreira que foi preciso ser vencida no decorrer do caminho. Em todos esses momentos, conversava com a minha querida orientadora, que, além de me orientar nos trabalhos acadêmicos, procurava sempre me ajudar também a refletir e a me acalmar. Seus conselhos foram fundamentais. Muito obrigado, Doutora!!!

Por fim, o PROFBIO me ajudou a sair da zona de conforto e a experimentar novos horizontes. Desde então, não sou mais o mesmo professor, a minha percepção perante minha prática pedagógica transformou-se consideravelmente. Tenho certeza que isso também refletirá diretamente nos meus alunos, os quais perceberão que o ensino de Biologia é crucial para as suas vidas acadêmica, profissional e pessoal. Além disso, muitos compreenderão que ensinar e aprender Biologia pode ser interessante e prazeroso!

AGRADECIMENTOS A CAPES

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – e incentivo do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Código de Financiamento 001.

Tudo passa – sofrimento, dor, sangue, fome peste. A espada também passará, mas as estrelas ainda permanecerão quando as sombras de nossa presença e nossos feitos se tiverem desvanecido da Terra. Não há homem que não saiba disso. Por que, então, não voltamos nossos olhos para as estrelas? Por quê?

Mikhail Bulgakov, The White Guard.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois me deu ânimo quando eu pensava em desistir, força, quando ela me faltava, esperança, quando ficava só a desesperança e direção, quando não conseguia ver o caminho a seguir.

Deixo um agradecimento especial à minha orientadora, Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez, pelos ensinamentos que foram fundamentais na minha caminhada, pela paciência, incentivo e dedicação do seu exíguo tempo ao nosso trabalho.

Quero agradecer a todos os meus alunos que participaram diretamente desta pesquisa, sem os quais não conseguiria tornar possível a sua execução.

A todos os meus professores do PROFBIO, pela elevada qualidade do ensino oferecido.

A todos os meus colegas do PROFBIO, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre de maneira colaborativa.

Quero agradecer, de maneira especial, ao meu colega de classe e amigo Rodrigo Gomes, pela companhia e pelas caronas, todas as vezes que íamos almoçar no “bandejão”.

Agradeço também aos meus amigos Hemar, a sua esposa Michele e ao seu pai Longuinho José, pela amizade e pelas idas e vindas, “daqui pra lá e de lá pra cá”.

Não poderia de esquecer de agradecer a minha grande amiga e colega de profissão, professora “Bebeta”, por toda paciência e companheirismo.

Também quero agradecer à Universidade Federal de Minas Gerais e a todo o seu corpo docente, que demonstrou comprometimento com a excelente qualidade de ensino.

Sou grato aos meus queridos pais pelo incentivo e pelo amor imensurável.

À minha amada esposa Vivi, pelo seu amor incondicional, pela paciência e por compreender as minhas dificuldades, demonstrando sempre paciência nos meus momentos mais difíceis, sem nunca ter desacreditado em mim.

À minha querida filhinha Bárbara, pelo carinho, amor, companhia e por sempre compartilhar a sua alegria comigo!

Mendel, muito obrigado por ter cultivado e estudado as famosas ervilhas!!!

RESUMO

A genética é a área da Biologia que estuda a transmissão dos caracteres hereditários entre os seres vivos. Então, é preciso que os alunos compreendam os principais conteúdos relacionados a ela, como, por exemplo, a primeira lei de Mendel. No entanto, muitos estudantes apresentam dificuldade em aprender genética, pois consideram os conteúdos relacionados a ela complexos demais. Assim, este trabalho teve como objetivo construir e aplicar uma sequência didática (SD) sobre os principais assuntos relacionados à primeira lei de Mendel, para discentes do ensino médio, com o intuito de que eles compreendam esses conceitos e consigam aplicá-los na vida cotidiana. A SD foi dividida em três momentos: o primeiro tem o objetivo de introduzir e contextualizar o tema; o segundo é composto por atividades que permitem aos alunos colocar a teoria em prática; o terceiro apresenta uma atividade com viés investigativo, que possibilita ao aluno refletir, questionar, levantar hipóteses e testá-las, a fim de chegarem a uma solução para o problema apresentado. A análise da SD foi realizada baseando-se nos dados coletados a partir de sua aplicação e à luz da literatura pertinente ao tema. O comportamento e o envolvimento dos estudantes foram observados pelo pesquisador durante as atividades. Utilizou-se a abordagem qualitativa para analisar os dados coletados durante o desenvolvimento da SD. A partir da percepção do pesquisador de dados do desempenho em relação às atividades aplicadas e da bibliografia consultada, chegou-se à conclusão de que uma SD elaborada a partir de atividades lúdicas, investigativas e dinâmicas em grupo pode colaborar, de maneira considerável, com o processo de ensino-aprendizagem dos principais conteúdos relacionados às leis de Mendel.

Palavras-chave: Sequência Didática. Genética. Leis de Mendel. Atividades lúdicas. Viés investigativo.

ABSTRACT

Genetics is a branch of Biology focusing on the hereditary. Although the Genetics basis, as Mendel's first law, for instance, is quite important for a comprehensive education, it is common to have students presenting difficulties on learning it. Thus, this work aimed to create a teaching sequence for High School students on Mendel's first law and related issues, using inquiring and ludic activities. It was planned to use this teaching sequence on classes, but this was only partially done due the suspension of regular classes during the pandemic time. The teaching sequence has three moments: the first one introduces and contextualizes the subject; the second one is composed by activities on applied situations and related issues; and the third one brings an inquiring activity to teach the occurrence and implications of lethal alleles. The teaching sequence could be partially analyzed regarding the student's participation during the classes it was used, observed by the teacher/researcher. Several of its aspects were compared with the literature and discussed using the researcher teaching experience. After that, the conclusion was that the developed teaching sequence using ludic and inquiring activities performed in group dynamic can help the teaching-learning process of Mendel's laws and related issues and increases the student's participation on learning.

Keywords: Teaching Sequence. Genetic. Mendel's laws. Ludic activities. Investigative bias.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Semelhança entre prole e genitores.....	89
Gráfico 2 – Transmissão de doenças hereditárias.....	90
Gráfico 3 – Teste de paternidade e análise de DNA.....	91
Gráfico 4 - Opinião dos discentes sobre a importância do estudo da genética.....	93
Gráfico 5 - Por que, às vezes, o filho (a) é mais parecido com um dos genitores.....	94
Gráfico 6 - Cruzamento entre plantas considerando o carácter: altura da planta.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese do desenvolvimento da Sequência Didática.	42
Quadro 2 – Respostas que os alunos deram a primeira pergunta, no primeiro momento da SD.	98
Quadro 3 – Respostas que os alunos deram a segunda pergunta, no primeiro momento da SD.	99
Quadro 4 - Primeira questão do documentário.....	101
Quadro 5 - Segunda questão do documentário.....	103
Quadro 6 - Terceira questão do documentário.....	105
Quadro 7 - Quarta questão do documentário.....	107
Quadro 8 - Quinta questão do documentário.....	110
Quadro 9 - Respostas dos estudantes referentes a sexta questão do documentário.	113

LISTA DE SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
Aids	<i>Acquired Immunodeficiency Syndrome</i> (SIDA- Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBC	Conteúdo Básico Comum
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i> (ADN- ácido desoxirribonucleico)
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
HIV	<i>Human Immunodeficiency Virus</i> (VIH- Vírus da Imunodeficiência Humana)
IDEB	Índice de Desenvolvimento do Ensino Básico
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
Pisa	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
SD	Sequência Didática
SEE	Secretaria Estadual de Educação
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UIT	Universidade de Itaúna
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Sequências Didáticas e o processo de ensino e aprendizagem	18
1.2	As atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem.....	21
1.3	Ensino por investigação	23
1.4	O ensino de Biologia no Brasil e a genética no currículo de Minas Gerais.....	25
2	JUSTIFICATIVA	30
3	OBJETIVO GERAL	31
4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
5	MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1	Metodologia	33
5.1.1	A construção da Sequência Didática	36
5.1.2	Produção dos vídeos que fazem parte da atividade: qual a melhor ordem?	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1	A Sequência Didática: “Praticando e aprendendo a 1ª lei de Mendel”.....	40
6.2	Análise da Sequência Didática	87
6.2.1	Análise dos conhecimentos prévios dos alunos evidenciados pelo questionário pré-teste.....	88
6.2.2	Resultados da aplicação parcial e expectativas para as demais atividades não realizadas.....	97
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
8	PERSPECTIVAS FUTURAS	126
	REFERÊNCIAS	127
	APÊNDICE A – Questionários: pré-teste e pós-teste	135
	ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP	140

1 INTRODUÇÃO

A genética é área da Biologia responsável por estudar a hereditariedade e esclarecer os processos evolutivos que ocorrem com os organismos, inclusive com o homem; assim, é perceptível que ela tenha como principal fundamento desvendar a transmissão dos caracteres hereditários nos seres vivos. Não é exagero afirmar que a genética é crucial para a Ciência, pois, a partir dela, é possível identificar a “especificidade” dos organismos, ou seja, é factível determinar a particularidade genética de cada indivíduo, observar e intervir (HENDERSON, 2011).

Além disso, a genética desempenha papel fundamental na sociedade, pois, a partir dos conhecimentos proporcionados por essa importante área da Biologia, muitos avanços científicos e tecnológicos ocorreram.

Na agricultura, por exemplo, uma quantidade considerável de híbridos do milho, do algodão e da batata faz parte dos organismos transgênicos, isto é, são organismos manipulados geneticamente a fim de atender aos interesses humanos (EMBRAPA, 2020).

Para mais, a genética, juntamente com a biotecnologia, utiliza seus conhecimentos para produzir vegetais com alto valor nutricional. Por exemplo, devido à falta de vitamina A, milhares de crianças ficam cegas anualmente. Ademais, mais da metade dessas crianças vem a óbito no decorrer de um ano, depois de serem acometidas pela cegueira. Conseqüentemente, no intuito de ajudar a amenizar essa situação, a engenharia genética conseguiu criar um arroz transgênico, rico em betacaroteno, um precursor da vitamina A. Esse arroz é chamado de “arroz dourado” (REECE et al., 2015).

A genética tem sido muito importante para a medicina também, pois através do estudo e da aplicação dos seus fundamentos é possível detectar genes mutantes no ser humano.

Além disso, ela colabora, de maneira relevante, com a produção de medicamentos. Por exemplo, a insulina, hormônio produzido pelo pâncreas, que antes era obtida de pâncreas ou urina de porcos para ser utilizada no ser humano, e que causava muita rejeição do organismo humano, hoje, através da engenharia genética, é produzida utilizando bactérias (*Escherichia coli*). Essa insulina sintética é mais viável ao ser humano, pois, além de causar menos rejeição do organismo, os efeitos

colaterais são amenizados, pois ela é mais similar à insulina humana. Uma das áreas da indústria farmacêutica e da medicina que tem ganhado destaque considerável é a farmacogenômica. Essa área tem como finalidade produzir fármacos específicos para o indivíduo, considerando a interação dessas drogas com o seu material genético, ou seja, um medicamento que vai ser peculiar para cada organismo, amenizando, assim, os seus efeitos colaterais e potencializando os resultados terapêuticos da medicação (HENDERSON, 2011).

Além de tudo, a genética faz o homem refletir e indagar sobre a sua natureza, seu comportamento, seus conceitos, sua existência, sua essência, enfim, sobre a sua jornada na Terra (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Assim, como afirma Souza (2012), é importante que o indivíduo conheça os principais conteúdos abordados pela genética para poder intervir conscientemente perante os vários assuntos que o cercam. Além disso, é imprescindível que ele reconheça que os trabalhos de Gregor Mendel serviram como base para o avanço das diversas áreas relacionadas à genética. Para mais, é primordial que o indivíduo perceba que os trabalhos de Mendel foram essenciais para o avanço dos estudos pertinentes à transmissão das características hereditárias.

É importante destacar que as leis fundamentais da genética foram propostas por Mendel que, na época, estudou a transmissão das características em ervilhas, sendo suas pesquisas cruciais para o avanço não só da genética, mas da Ciência como um todo.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aprender genética mendeliana é um dos requisitos fundamentais para que o aluno compreenda a relação entre as diversas formas de vida que habitaram ou que habitam o planeta (BRASIL, 2017). Dessa forma, seria um erro não atribuir o papel da escola na apresentação e no desenvolvimento de determinado conteúdo científico. Assim, enfatizar as leis de Mendel é imprescindível para a aprendizagem de diversos conteúdos científicos.

Sob essa ótica, ganha particular relevância a importância de se ensinar genética de maneira considerável, visando, assim, a uma aprendizagem significativa dos principais conteúdos relacionados a ela.

Em tempo algum a genética esteve tão presente na vida do homem. De acordo com Souza (2012) e Araujo e Gusmão (2017), assuntos relacionados a esse tema estão sendo difundidos de maneira muito rápida pelos meios de comunicação.

Portanto, é importante que os professores de Biologia compreendam bem os diversos conceitos pertinentes a esse tópico para que consigam assimilá-los com os vários assuntos referentes à genética veiculados pela mídia. Assim, eles conseguirão fazer a contextualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula com o cotidiano dos alunos, buscando, dessa forma, uma melhor interação com os estudantes (ARAUJO; GUSMÃO, 2017). Rizzon e Villas-Boas (2015) também descrevem que o conhecimento científico deve ser trabalhado com os alunos de forma que eles consigam perceber a sua aplicabilidade em situações do dia a dia.

Por exemplo, um dos assuntos que mais têm sido veiculados pela mídia nos últimos meses é a doença provocada pelo novo coronavírus, e isso está relacionado também à genética. Alguns estudos, ainda em andamento, supõem que a COVID-19 pode apresentar-se de forma diferente de uma pessoa para outra, isto é, algumas seriam mais suscetíveis geneticamente ao vírus, fazendo com que nestas o desenvolvimento da doença apresente um quadro mais grave. Outro fator que pode influenciar o quadro da doença é o tipo sanguíneo: especula-se que a diferença entre os tipos sanguíneos pode influenciar o espectro clínico da infecção. Por exemplo, indivíduos que apresentam o sangue tipo O podem ser mais resistentes ao novo coronavírus do que os que possuem o sangue tipo A (CARBINATTO, 2020).

Muitas vezes, os assuntos relacionados à genética são apresentados de uma maneira que não favorece a reflexão e o senso crítico dos alunos. Com isso, há a dificuldade de associar os assuntos que estão sendo divulgados pela mídia com o que está sendo apresentado a eles na escola (SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019).

De acordo com Pierce (2016), o estudo da genética é imprescindível para os estudantes, pois essa disciplina apresenta conceitos que estão associados aos principais fundamentos da Biologia. Entretanto, entender os conteúdos científicos associados à genética é tarefa árdua, pois muitas vezes esses conteúdos, repletos de definições e conceitos relacionados à Biologia, se mostram complexos demais para a realidade dos alunos (ARAUJO; GUSMÃO, 2017). Além de esses conteúdos serem difíceis para o entendimento dos estudantes, muitas vezes se apresentam de forma abstrata, dificultando a aprendizagem dos alunos (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014, TELES; SOUZA; DIAS, 2020).

Além disso, muitos alunos não mostram interesse pelas aulas tradicionais apresentadas a eles, pois nesse tipo de aula o conteúdo é apenas passado pelo

professor, não dando condições para que o aluno reflita, atue e construa as suas próprias ideias, tornando-se, assim, apenas um coadjuvante no processo de construção do conhecimento. “Na maioria das vezes, os cursos de formação de professores corroboram com a fragmentação e a memorização dos conhecimentos e acabam reproduzindo aprendizagens que não contemplam o diálogo e a reflexão” (PECHLIYE, 2018, p. 20).

Muitas vezes, o professor também apresenta dificuldade para trabalhar com os tópicos relacionados à genética, dificultando ainda mais o processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo.

Segundo Silva, Cabral e Castro (2019, p. 720):

O que se observa hoje nas escolas de Ensino Médio, é que os conteúdos relacionados à Genética, apesar de sua relevância, têm sido abordados superficialmente. Isso ocorre tanto pela dificuldade encontrada pelos professores, pois se tratam de assuntos relativamente novos, os quais na maioria das vezes não foram abordados durante o seu período de formação acadêmica, quanto pelos alunos, por serem conteúdos abstratos, difíceis de serem compreendidos.

Dessa forma, torna-se necessário elaborar estratégias pedagógicas capazes de facilitar o entendimento dos conteúdos apresentados, criando métodos mais interessantes e intuitivos, visando despertar o interesse dos alunos, facilitando, assim, o processo de ensino-aprendizagem (MARTINS e BRAGA, 2015; TELES; SOUZA; DIAS, 2020).

Conforme Armstrong e Barboza (2012), é preciso refletir e elaborar metodologias capazes de trazer um novo significado para a realidade dos educandos, pois, assim, eles se sentirão mais seguros perante os fatos que os cercam, se tornando mais capazes de intervir de maneira consciente nos diversos assuntos presentes na sociedade. Ademais, em concordância com a BNCC, é fundamental que o aluno compreenda que o que ele está aprendendo naquele momento é importante para ele e apresenta sentido para a sua vida (BRASIL, 2017).

1.1 Sequências Didáticas e o processo de ensino e aprendizagem

Uma sequência de ensino bem elaborada, composta de elementos interessantes, pode ser capaz de instigar a curiosidade do aluno, despertando nele o senso crítico e a vontade de estudar (CARVALHO, 2013).

Infelizmente, a real situação que ocorre frequentemente nas escolas é que o ensino de Biologia pode não ser atraente para os educandos, pois, muitas vezes, o professor tem o livro didático como principal recurso pedagógico. Esse material educacional constantemente se apresenta descontextualizado em relação aos conteúdos pertencentes à genética, dificultando, assim, a compreensão dos assuntos pelos alunos e, conseqüentemente, o processo de ensino-aprendizagem (MOURA et al., 2013, ARAÚJO; GUSMÃO, 2017, LEITE et al., 2017, ARAÚJO et al., 2018). Para mais, Leal, Meirelles e Rôças (2019) expõem que os livros didáticos podem ficar obsoletos, inclusive em relação aos conteúdos pertinentes à genética.

Além do mais, em concordância com Scarpa e Trivelato (2012), pesquisas voltadas para a análise de livros didáticos de ciências constatam que grande parte dos textos presentes nesses livros apresentam o conhecimento científico de uma maneira linear e incontestável, diferentemente do que ocorre na Ciência, onde a argumentação, o raciocínio e as evidências são fundamentais para a construção do conhecimento científico.

Dessa forma, preocupa o fato de que se o ensino não for estimulante para o educando, ele não conseguirá "enxergar" a importância da genética para a sua vida acadêmica e/ou social. Com isso, será incapaz de compreender as várias questões relacionadas à Ciência e à Tecnologia, dificultando também a sua interação e atuação nas diversas áreas da sociedade. Nas Sequências Didáticas (SD) o professor poderá utilizar diversos recursos para facilitar a aprendizagem dos conteúdos, como jogos, experimentos, encenações feitas pelos alunos, videoaula, dinâmicas em grupo, aulas expositivas, modelos representativos. Consoante com Zabala (1998, p. 18), "se realizamos uma análise destas sequências buscando os elementos que as compõem, nos daremos conta de que são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais".

Ao utilizar esses recursos, o docente irá promover uma aula diferenciada, mais interessante e intuitiva. Assim, o aluno poderá sentir mais vontade de aprender, pois tais ferramentas poderão estimular sua criatividade, proporcionando a ele uma maior interatividade com o conteúdo proposto.

Conforme Klein e Laburú (2012), é possível aprender utilizando diferentes modos de representação, como recursos visuais, verbais, gráficos, etc. Esses modos podem estimular a percepção dos alunos perante um determinado conceito e, através

disso, eles conseguirão interligar o conceito novo que está sendo apresentado ao conhecimento prévio que dispõem. Conforme Moreira e Masini (1982, p. 32), “uma vez adquiridos, os conceitos servem a muitos propósitos da função cognitiva. No nível mais simples de utilização, eles estão obviamente envolvidos na categorização perceptual das próximas experiências sensoriais [...]”.

Todavia, para que a SD seja relevante para a aprendizagem, é preciso que ela seja bem estruturada, visando diminuir o espaço existente entre o conteúdo que será trabalhado e a realidade dos alunos envolvidos no processo educacional.

Pechliye (2018) afirma que as SD

[...] podem ser utilizadas no sentido de diminuir a fragmentação e aumentar a contextualização; no entanto, não podem ser entendidas apenas como métodos, precisam ser acompanhadas de mudanças nas concepções de ensino e de aprendizagem tanto dos formadores quanto dos professores em formação [...] (PECHLIYE, 2018, p. 20).

Pechliye (2018) diz que o docente poderá ser flexível ao trabalhar com os conteúdos apresentados na SD e usar, portanto, a sequência como um todo ou parte dela, de acordo com o seu planejamento.

É importante também que as atividades que compõem a SD apresentem ligação uma com a outra, buscando um melhor entendimento dos participantes em relação ao conteúdo que será trabalhado.

Logo, as SD podem ser importantes ferramentas capazes de diminuir a lacuna existente entre o conteúdo que será trabalhado e a realidade dos alunos, porém não devem ser vistas como métodos milagrosos de ensino; pelo contrário, elas devem ser trabalhadas como recursos que colaboram com a aprendizagem, capazes de contribuir com a contextualização dos conteúdos (PECHLIYE, 2018).

Contudo, não é possível desenvolver uma sequência de atividades sem antes fazer uma reflexão sobre o papel que cada um terá - docente e discente - na construção do conhecimento que será trabalhado.

É importante que os alunos se interessem por aquilo que lhes está sendo apresentado, reconhecendo que há uma relação entre o conhecimento novo e o conhecimento que eles detêm. Por essa razão, é imprescindível desenvolver as atividades de forma que os alunos consigam compreendê-las, refletir sobre elas, interagir com elas e interpretá-las.

Dessa forma, para a definição de uma estratégia pedagógica adequada será necessário um levantamento prévio do nível de conhecimento dos estudantes frente aos assuntos relacionados à genética. Nesse sentido, é importante avaliar também se a aprendizagem foi realmente relevante para o educando. Moreira e Masini (1982) ainda relatam que a aplicação de uma sequência de atividades correlacionadas pode ser uma boa forma de avaliar, pois para prosseguir nas atividades subsequentes o aluno precisará ter compreendido o que foi ensinado nas etapas anteriores. Então, além de desenvolver e aplicar a SD, o professor deverá pensar também na forma de agrupar as atividades propostas para que as habilidades necessárias para o aluno prosseguir sejam bem assimiladas.

1.2 As atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem

Pode-se dizer que as atividades lúdicas fazem parte do desenvolvimento humano desde a tenra idade. Sendo assim, a educação lúdica promove, de maneira peculiar, a interação do indivíduo com o ambiente, possibilitando criar as suas próprias concepções em relação à situação que está vivenciando (ALMEIDA, 2003).

Neste contexto, para Almeida (2003) fica claro que o principal objetivo da educação lúdica é tornar os indivíduos participantes do processo de ensino-aprendizagem mais conscientes em relação aos seus atos, promovendo, assim, uma reflexão crítica e coletiva sobre o seu papel na sociedade. Kraemer (2007) afirma que trabalhar com atividades lúdicas com alunos, sendo esses crianças e adolescentes, não é difícil, pois essas atividades já fazem parte naturalmente da vida dessas pessoas. A propósito, essas atividades podem ser até prazerosas para os estudantes, porque irá promover a interação entre eles. Crianças e adolescentes gostam de interagir com as pessoas que estão ao seu redor, bem como com o ambiente no qual estão inseridos. Portanto, as atividades lúdicas didáticas podem ser grandes aliadas na educação. O mais preocupante, contudo, é constatar que ainda existe o pensamento errôneo de que essas atividades, empregadas na educação, não passam de brincadeiras sem nenhum objetivo pedagógico. Consoante o autor:

A educação lúdica está distante da concepção ingênua de passatempo, brincadeira vulgar, diversão superficial. Ela é uma ação inerente na criança, no adolescente, no jovem e no adulto e aparece sempre como uma forma transacional em direção a algum conhecimento, que se redefine na

elaboração constante do pensamento individual em permutações com o pensamento coletivo (ALMEIDA, 2003, p. 13).

As atividades lúdicas são estratégias que colaboram significativamente com a aprendizagem dos alunos (SANTOS et al., 2014). Trata-se, inegavelmente, de tarefas bem elaboradas e estruturadas que buscam fazer com que a aprendizagem seja mais interessante para os alunos. Seria um erro, porém, atribuir as atividades lúdicas como meros passatempos em sala de aula. Então, é necessário que o professor use ao máximo a sua criatividade para elaborar aulas interessantes para os seus educandos. O docente deve ser ousado nas suas propostas de ensino, pois ele terá que competir com as diversas distrações que o mundo contemporâneo apresenta (KRAEMER, 2007). Kraemer (2007) relata que a aprendizagem deve ser o foco principal das atividades lúdicas, pois elas podem promover de maneira prazerosa a aprendizagem dos conteúdos.

Dessa forma, é necessário que o professor, através das atividades propostas, busque proporcionar o protagonismo dos alunos no processo da construção do conhecimento.

Aprender é inerente à vida. Aprendemos desde o nascimento num processo permeado pela ação e pela interação com o meio físico e sociocultural. Sabe-se que o papel do professor e do psicopedagogo neste processo é o de mediar, de intermediar situações que ajudem o outro a descobrir que é capaz de desenvolver a autoria com alegria e prazer, para além das exigências de matrizes curriculares e notas. A fonte da aprendizagem é a ação do sujeito [...] (CRUZ, 2011, p. 87).

É perceptível a dificuldade dos estudantes em aprender os conteúdos relacionados à genética, pois frequentemente não são abordados de modo que o aluno consiga compreender de maneira relevante o que lhe foi apresentado (ARAÚJO et al., 2018). Muitas vezes, os tópicos associados à genética são apresentados aos alunos de maneira passiva, ou seja, o professor apenas transmite o conteúdo para os alunos, impossibilitando que eles reflitam, questionem, interajam e absorvam o conhecimento que foi transmitido (SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019).

Assim sendo, utilizar atividades lúdicas numa SD pode trazer benefícios expressivos, pois, além de estimular a criatividade, promovem a interação entre os alunos. Logo, é indiscutível o fato de que uma SD composta de atividades lúdicas

pode dar um novo sentido na forma de ensinar e de aprender e, sobretudo, à vida dos educandos.

1.3 Ensino por investigação

De acordo com Azevedo (2016), uma das particularidades do ensino por investigação é promover a reflexão, a discussão, o questionamento e a elaboração de hipóteses pelos alunos, dando a eles a oportunidade de aplicar a metodologia científica durante o desenvolvimento de uma atividade, no intuito de resolver o problema associado a ela. É fundamental que o aluno, ao participar da atividade, tenha um papel ativo na construção do conhecimento, o que possibilitará a ele encontrar a solução do problema de uma maneira consciente.

Segundo Santos (2008, p. 11), “quando problematizamos, abrimos as possibilidades de aprendizagem, uma vez que os conteúdos não são tidos como fins em si mesmos, mas como meios essenciais na busca de respostas.”

Conforme Sasseron e Carvalho (2008), uma das peculiaridades do ensino por investigação é promover a Alfabetização Científica (AC) dos alunos e possibilitar que eles consigam refletir de forma crítica sobre as diversas situações presentes no seu cotidiano para que, assim, possam intervir conscientemente perante esses acontecimentos.

Visto que o ensino por investigação pode proporcionar a AC dos educandos, é fundamental verificar se ela realmente está ocorrendo no processo de ensino-aprendizagem. Para isso, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008), existem alguns indicadores que podem ajudar o professor nesse processo de verificação, como por exemplo: o levantamento de hipóteses dos alunos, que pode ocorrer como uma afirmação ou uma pergunta; o teste de hipóteses, que será utilizado para decidir sobre aceitar ou rejeitar uma hipótese que foi levantada pelos alunos; a justificativa que é empregada para deixar uma afirmação mais segura; a explicação que busca fazer a associação entre as informações; e as hipóteses que já foram levantadas pelos estudantes.

Azevedo (2016) cita a importância de o aluno reconhecer que a atividade investigativa apresenta um significado para ele, isto é, ele precisa acreditar que os

procedimentos que está utilizando e as experiências que está vivenciando durante a atividade são fundamentais para a construção da sua própria aprendizagem.

De acordo com a BNCC, é imprescindível estimular a curiosidade do aluno dando condições para que ele possa refletir, questionar, levantar hipóteses e testá-las, utilizando, assim, o conhecimento científico para analisar, compreender e até resolver questões do seu cotidiano (BRASIL, 2017). Nesse sentido, os problemas que são trabalhados nas atividades investigativas devem promover a reflexão crítica do educando, possibilitando a argumentação e a investigação do fato apresentado.

Assim sendo, emerge a necessidade de um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam “fazer ciência”, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335).

Logo, torna-se necessário criar métodos mais sugestivos, como por exemplo introduzir, em determinado momento, aulas com atividades investigativas, tendo em vista que esse tipo de proposta instiga a curiosidade do educando, proporcionando a ele a busca pelo conhecimento ainda não consolidado.

Dessa forma, o ensino por investigação deve ser capaz de fazer com que o aluno fique inquieto e pensativo sobre o fato que lhe foi apresentado, pois ele deverá ser estimulado a agir para resolver o problema. Portanto, o professor deverá mudar a sua conduta, apresentando uma postura mais questionadora, uma vez que ele terá que ser capaz de provocar o aluno, instigando a sua curiosidade e o levando a uma reflexão mais crítica, para que, assim, ele possa agir conscientemente no intuito de resolver o problema proposto (AZEVEDO, 2016).

Em conformidade com Armstrong e Barboza (2012), nas atividades investigativas não se deve descartar o conhecimento empírico do aluno, pois o conhecimento científico apresenta certa relação com o senso comum, não sendo possível desassociá-los completamente. A diferença é que o conhecimento científico emprega outros meios para demonstrar o mesmo fenômeno. As autoras relatam que, diferentemente do conhecimento do senso comum, muitas vezes passado de geração em geração, tendo como fundamento apenas as observações e as experiências do cotidiano, o conhecimento científico pode ser testado, reformulado e reinterpretado (ARMSTRONG; BARBOZA, 2012). Conforme Azevedo (2016, p. 22), “[...] com base nos conhecimentos que os alunos já possuem do seu contato cotidiano com o mundo,

o problema proposto e a atividade de ensino criada a partir dele venham despertar o interesse do aluno, estimular sua participação [...]”.

As autoras Armstrong e Barboza (2012) e Azevedo (2016) deixam claro que em uma atividade investigativa é importante mostrar aos alunos que a interpretação de um determinado fenômeno pode apresentar diferentes aspectos para cada indivíduo, tendo este a possibilidade de refletir, interpretar, agir, testar e até mesmo errar várias vezes para chegar à resolução de um problema. Desse modo, o professor terá que ser o intermediador entre o conhecimento novo que está sendo apresentado ao aluno e a percepção que o aluno já apresenta sobre aquilo. “Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (MOREIRA e MASINI, 1982, p.7). Assim, o docente não poderá desconsiderar as experiências vivenciadas pelo educando; pelo contrário, é importante que ele utilize a cognição do aluno para acoplar novos conhecimentos a isso.

É notável considerar que as atividades investigativas também mexem com os sentimentos dos estudantes. Por exemplo, quando o aluno consegue solucionar o problema que lhe foi mostrado, fica surpreso e ao mesmo tempo motivado, pois consegue compreender que em cada etapa da atividade a sua atuação foi fundamental para o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, para a resolução do problema (AZEVEDO, 2016).

Por isso, é necessário focar a aprendizagem significativa do educando, pois, dessa maneira, ele verá que o que está aprendendo tem significado pertinente para a sua realidade, uma vez que será capaz de compreender que o novo conhecimento assimilado a partir daquele momento irá fazer parte da sua vida.

1.4 O ensino de Biologia no Brasil e a genética no currículo de Minas Gerais

Infelizmente, o ensino de Biologia no Brasil ainda ocorre, quase sempre, através de aulas expositivas, sendo o livro didático o principal recurso pedagógico. As aulas trabalhadas dessa forma não conseguem envolver os alunos, deixando-os numa posição passiva, onde o professor transmite o conhecimento de forma que este se apresente acabado, bastando o aluno apenas memorizar os conceitos para “aprender” os assuntos transmitidos (SANTOS et al., 2014; LEITE et al., 2017).

A propósito, o conhecimento não deve ser tratado como algo pronto, definitivo; é preciso que o professor apresente a Biologia aos estudantes como uma ciência inacabada, mutável e que pode ser questionada (BRASIL, 2000; LEITE et al., 2017).

O ensino de Biologia deve proporcionar ao aluno a capacidade de compreender os assuntos relacionados à Ciência e à Tecnologia, bem como entender os diversos conceitos biológicos, ajudando no desenvolvimento de habilidades para que ele possa interagir com as diversas questões éticas e sociais, ajudando esse indivíduo a se situar no mundo (KRASILCHIK, 2008).

Sendo assim, o professor deverá procurar desenvolver ações que possam contribuir com as suas práticas pedagógicas, visando melhorar o processo de ensino-aprendizagem, a fim de proporcionar aos estudantes uma educação mais eficiente. Para isso, ele precisará estar bem preparado, buscando sempre a reciclagem e o aperfeiçoamento do seu conhecimento (LEITE et al., 2017).

Um dos objetivos do ensino de Biologia, nas últimas décadas, é preparar os estudantes para os vestibulares. Ademais, muitos assuntos relacionados à área das ciências biológicas estão sendo constantemente apresentados na mídia. Dessa forma, é preciso que o aluno consiga relacionar o conhecimento trabalhado na sala de aula com as informações que ele recebe no dia a dia. Porém, muitas vezes ele não consegue refletir e interpretar as inúmeras informações que recebe diariamente, tendo dificuldades em expressar a sua opinião sobre aquilo que lhe foi apresentado. Um ensino baseado apenas na memorização de conceitos e esquemas não irá colaborar, de maneira relevante, com esse estudante. Pelo contrário, a concepção que o aluno tem em relação ao ensino de Biologia ficará distorcida, pois ele verá que há uma divergência do que aprendeu na sala de aula com o que lhe é apresentado no seu cotidiano. Com isso, ficará cada vez mais desmotivado em aprender os tópicos referentes à Biologia (LEITE et al., 2017).

Com o objetivo de superar essas dificuldades, é recomendável que os conteúdos que serão trabalhados sejam contextualizados, visando a uma aprendizagem mais relevante desses tópicos (BRASIL, 2017). “A contextualização é um recurso importante para retirar o aluno da condição de espectador passivo, permitindo uma aprendizagem significativa” (MINAS GERAIS, 2007, p.13). Trabalhar com a AC no processo pedagógico desses alunos pode ser uma estratégia interessante para superar as dificuldades encontradas no ensino de Biologia (BRASIL,

2006). Analisando os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio é perceptível que um dos objetivos do ensino de Biologia deveria ser proporcionar a AC aos estudantes, e uma das características dessa alfabetização é promover a aprendizagem dos conceitos básicos científicos aos educandos (SANTOS et al., 2014).

Portanto, é preciso que o professor reflita sobre o seu papel na sala de aula e busque trabalhar com métodos de ensino capazes de deixar as aulas mais atrativas e envolventes, proporcionando ao aluno um papel mais ativo, para que ele se sinta motivado e entenda que é a peça principal na construção do seu próprio conhecimento (RIZZON; VILLAS-BOAS, 2015; LEITE et al., 2017).

O aluno precisa ser o personagem principal dessa novela chamada aprendizagem. Já não tem mais sentido continuarmos a escrever, dirigir e atuar nessa novela unilateral, na qual o personagem principal fica sentado no sofá, estático e passivo, assistindo, na maioria das vezes, a cenas que ele não entende. As novelas “de verdade” já estão incluindo o telespectador em seus enredos, basta observarmos a frequência de pesquisas populares que norteiam o autor na composição de personagens e definição dos rumos da estória (SANTOS, 2008, p. 10).

Nas últimas décadas, o ensino de Biologia no Brasil sofreu muitas modificações. Por exemplo, na década de 50 o ensino de História Natural era influenciado pelo ensino europeu e se baseava em estudar a filogenia dos diferentes grupos de organismos. Na década de 60, graças ao reconhecimento da importância do ensino de Ciências e ao progresso da Biologia, o ensino dessa área da Ciência sofreu mudanças significativas. Outro fator que possibilitou essas mudanças foi a regulamentação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1961. Antes dessa lei, era incumbência da administração federal deliberar os assuntos pertinentes aos currículos escolares. A partir disso, o currículo escolar se expandiu, sendo a ele incorporado diversos ramos da Biologia, deixando o ensino mais amplo e diversificado. Além disso, nas décadas seguintes ocorreram também várias modificações por influência econômica, política e social no currículo do ensino de Biologia nas escolas brasileiras (KRASILCHIK, 2008).

Entretanto, como afirma Krasilchik (2008), em relação ao processo de construção do conhecimento científico:

Mesmo com variações, o ensino médio ainda é feito de forma descritiva, com excesso de terminologia sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas. Contribui bastante para reforçar um ensino teórico, enciclopédico, que estimula a passividade, o exame vestibular que exige conhecimentos fragmentários e irrelevantes (KRASILCHIK, 2008, p.16).

Em 2002, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) mostrou que a educação no Brasil se encontra ocupando os últimos patamares de classificação. A desvalorização do docente e a falta de infraestrutura dos estabelecimentos de ensino podem ter colaborado de forma expressiva com isso (SANTOS et al., 2014). Outros fatores devem ser considerados também para essa delicada situação da educação brasileira, citada anteriormente. Por exemplo, no ensino de Biologia, como afirma Santos et al. (2014), os estudantes têm um número escasso de aulas semanais para conseguirem assimilar a grande quantidade de conhecimento que é trabalhada nessa disciplina. Outro fator que também atrapalha o processo educacional é o fato de que os professores têm um tempo relativamente exíguo para preparar as suas aulas com qualidade.

Borges e Lima (2007) relatam que é preciso reorganizar os tópicos a serem trabalhados na sala de aula, escolhendo aqueles que possam contribuir consideravelmente com a melhoria da qualidade de vida do aluno, dando a ele também a oportunidade de intervir de maneira construtiva nas questões concernentes a sua comunidade e à sociedade como um todo.

Já no ensino de genética os alunos não conseguem fazer a relação dos conteúdos apreendidos em sala de aula com as tecnologias presentes na sociedade, como afirmam Moura et al. (2013):

Atualmente, no Brasil, apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas, grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de biologia, com destaque aos conteúdos de genética, que se tem na escola com a sua realidade (MOURA et al., 2013, p. 168).

Assim, é conveniente que o docente trabalhe de forma a incentivar o aluno a refletir e a empregar o conhecimento apreendido na escola no seu dia a dia (MOURA et al., 2013). Os autores ainda relatam que, apesar de a genética ser evidenciada no ensino de Biologia nas escolas públicas brasileiras, os conteúdos de Biologia são abordados superficialmente nos livros didáticos. Os tópicos relacionados à genética são trabalhados na 3ª série do ensino médio; no entanto, por acharem complexo,

muitos estudantes não acolhem muito bem esse conteúdo. A falta de recursos pedagógicos para trabalhar no ensino de Biologia, particularmente no ensino de genética, pode dificultar ainda mais a aprendizagem desses tópicos (MOURA et al., 2013).

Ao analisarmos o Conteúdo Básico Comum (CBC) de Biologia da Secretaria Estadual de Educação (SEE) do Estado de Minas Gerais, percebemos que seus fundamentos conceituais relacionados aos objetivos do ensino de Biologia estão fundamentados pela necessidade de os alunos compreenderem os diversos assuntos pertencentes à Ciência e à Tecnologia, pois essas áreas estão em constante evolução e presentes de forma marcante na sociedade. Além disso, o ensino de Biologia, juntamente com outras disciplinas, deverá colaborar com a preparação do indivíduo para o trabalho, bem como ajudá-lo a exercer a sua condição de cidadão. É importante que o estudante compreenda também os processos que regem a hereditariedade, a evolução biológica e a diversidade entre os seres vivos, para que, assim, ele consiga entender melhor os acontecimentos que ocorrem no mundo contemporâneo (MINAS GERAIS, 2007).

De acordo com o CBC de Biologia da SEE de Minas Gerais, é prioridade do ensino proporcionar aos estudantes a aprendizagem dos seguintes assuntos referentes à genética:

- As leis de transmissão e a importância do ambiente na expressão das características herdadas;
- As novas combinações de genes produzidas a cada geração em virtude da reprodução sexuada e mutações;
- Indivíduos com melhores combinações gênicas apresentam maiores possibilidades de sobrevivência e de reprodução, e transmitem seus genes para as gerações sucessivas;
- Genes com caracteres favoráveis para a sobrevivência, com o tempo, tornam-se mais comuns, e as espécies ficam mais bem adaptadas (MINAS GERAIS, 2007, p. 25).

Dessa forma, no final do ensino médio os estudantes deverão estar aptos a compreender e a utilizar, de maneira consciente, alguns conceitos como termos característicos da ciência e da Biologia, noções dos processos que regem a hereditariedade, conhecer as bases químicas referentes à transmissão das características hereditárias e saber expressar ideias concernentes à biotecnologia, como engenharia genética, terapia gênica, clonagem, etc. (MINAS GERAIS, 2007).

2 JUSTIFICATIVA

Muitos alunos apresentam dificuldade em aprender genética (SOUZA, 2012, ARAÚJO et *al.*, 2018, SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019). Sendo assim, para os estudantes compreenderem os principais conteúdos relacionados a ela e à hereditariedade de maneira consistente, é necessário que eles aprendam primeiramente os conceitos básicos pertinentes a esse tópico, como por exemplo genética mendeliana (SOUZA, 2012). Logo, para que o processo de ensino-aprendizagem transcorra de maneira mais natural e relevante, é preciso buscar métodos de ensino que possibilitem isso. Nessa lógica, acredita-se que a SD elaborada poderá colaborar de maneira relevante com os estudantes na aprendizagem dos principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel.

3 OBJETIVO GERAL

Construir e avaliar uma Sequência Didática composta por atividades lúdicas e investigativas visando à compreensão dos principais assuntos relacionados à primeira lei de Mendel.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor o aprendizado da primeira lei de Mendel, a partir de uma abordagem lúdica e investigativa, como conteúdo fundamental para o entendimento da transmissão dos caracteres hereditários nos seres vivos.
- Oportunizar a compreensão de alguns conceitos relacionados à genética, como genótipo, fenótipo, genes recessivos e dominantes, meiose, alelos, cromossomos homólogos, indivíduos homocigotos e heterocigotos, heredograma.
- Estimular o protagonismo, a reflexão e o senso crítico dos educandos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, previa-se aplicar a SD desenvolvida em uma escola estadual, localizada no município de Itaúna / Minas Gerais. Itaúna recebeu em 1975, da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o título de Cidade Educativa do Mundo (EDUCAÇÃO, 2015).

A aplicação aconteceu apenas parcialmente, devido à pausa ocasionada pela pandemia do novo Coronavírus, a qual impôs o cancelamento das aulas presenciais no ano de 2020.

Antes de iniciar o desenvolvimento da pesquisa, foi entregue à direção da escola uma carta convite com um termo de anuência. Nessa carta estavam descritos os objetivos do trabalho, os possíveis riscos relacionados à sua realização na escola e os benefícios para os alunos ao participarem do trabalho proposto. Os estudantes menores de idade que optaram por participar da pesquisa receberam e assinaram um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e seus pais receberam e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Aos alunos maiores de idade foi entregue um TCLE. Nesses termos também estavam descritos os objetivos, benefícios e possíveis riscos ao participar do estudo. A pesquisa teve aprovação no Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 25 de outubro de 2019, com o parecer número 3.662.562 (ANEXO A).

5.1 Metodologia

Baseada na concepção de SD de Zabala (1998) foi elaborada uma sequência de atividades que abordam conceitos fundamentais pertinentes à primeira lei de Mendel.

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa com viés qualitativo, uma vez que teve como finalidade explorar e entender comportamentos perante alguns acontecimentos propostos, envolvendo a interação, reflexão, discussão e participação dos estudantes em diversas atividades lúdicas para aprender os principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel.

De acordo com Creswell (2007), na pesquisa qualitativa o envolvimento do pesquisador com os participantes é fundamental. Para tanto, ele busca ir

pessoalmente até o local da pesquisa, interagindo com os participantes e experimentando com eles as experiências vivenciadas durante o desenvolvimento do estudo. Como o pesquisador desta análise é professor dos alunos participantes da pesquisa, essa aproximação ocorreu de maneira natural. O autor ainda relata que nesse tipo de pesquisa a interpretação do pesquisador é essencial ao estabelecer conclusões em relação aos dados coletados. Nessa perspectiva, a pesquisa buscou investigar algumas situações onde a interpretação do pesquisador foi fundamental e inevitável.

Conforme sugerido por Creswell (2007) e Gil (2008), para a análise e a avaliação do uso da SD na pesquisa foi utilizado o diário de bordo para registrar os dados das observações. Sendo assim, durante as etapas da SD que ocorreram, o pesquisador registrou os acontecimentos, os comentários e as considerações vistos como pertinentes. Esses registros ajudaram o pesquisador a refletir sobre a aplicação, bem como a relevância das atividades que foram possíveis ser trabalhadas no decorrer do desenvolvimento da SD.

Conforme citado em momento anterior, as aulas foram suspensas. Portanto, os dados coletados são referentes à aplicação do questionário (pré-teste) semiestruturado e às atividades presentes no primeiro momento da SD.

O questionário, segundo Gil (2008, p. 121), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas”. O autor ainda descreve que os questionários podem se apresentar com três tipos de questões: abertas, fechadas e dependentes. Nas questões abertas, os respondentes poderão dar as suas próprias respostas em relação ao que foi perguntado, podendo utilizar linguagem própria para isso. Nas questões fechadas os participantes deverão escolher uma alternativa entre outras que estarão disponíveis. Já as questões dependentes só fazem sentido para alguns participantes, pois, para respondê-las, o respondente dependerá de outras informações que estarão relacionadas a elas.

Os questionários previstos eram: questionário pré-teste (APÊNDICE A), contendo 06 perguntas, e o questionário pós-teste (APÊNDICE A), contendo 08 perguntas. Além disso, durante o desenvolvimento da SD, os estudantes responderam

algumas questões relativas às atividades que foram aplicadas, que também forneceram subsídio para análise.

Estava previsto que os estudantes colaborariam com a avaliação da SD através do preenchimento do questionário pós-teste. Entretanto, este não chegou a ser aplicado, devido à pandemia do novo Coronavírus, conforme citado anteriormente.

Os questionários pré-teste e pós-teste foram elaborados com questões fechadas. Já os questionários referentes às atividades aplicadas durante o desenvolvimento da SD possuem questões abertas. Os conceitos de questões fechadas e abertas usados são os descritos por Gil (2008).

Esses questionários com questões discursivas foram utilizados para coletar os dados referentes às etapas da SD que ocorreram. Portanto, foram respondidos pelos estudantes de acordo com as perguntas feitas durante o primeiro momento da SD (aula 1 - questões introdutórias sobre genética e aula 2 – exibição do documentário: “Mendel e a ervilha: os seis experimentos que mudaram o mundo”).

Para fazer a interpretação dos dados coletados referentes à atividade com o documentário, optou-se por utilizar a metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin (1977).

Segundo Bardin (1977), a análise de conteúdo pode ser definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Antes de iniciar a análise dos dados, todo o material coletado foi organizado; após, foi realizada a investigação prévia dos dados; para isso, todos os documentos foram lidos e relidos várias vezes.

Conforme Bardin (1977), é fundamental fazer uma análise prévia dos dados coletados, a fim de organizar melhor as ideias iniciais, com o intuito de facilitar e direcionar o percurso durante a análise. Com o objetivo de tornar a análise dos dados mais eficiente e objetiva, foi necessário codificar as respostas que os estudantes deram às atividades aplicadas durante o desenvolvimento da SD. “Torna-se necessário saber a razão porque é que se analisa, e explicitá-lo de modo a que se possa saber como analisar” (BARDIN, 1977, p. 103).

O próximo passo foi categorizar os dados. De acordo com Bardin (1977), para fazer a categorização dos dados é preciso averiguar a similitude que cada elemento apresenta com o outro, com o objetivo de observar quais categorias devem ser criadas. Os critérios para essa formação podem ser baseados em diferentes aspectos: semântico, sintático, léxico e expressivo.

Fundamentado pelas ideias de Bardin (1977), com o auxílio de uma tabela criada no programa Microsoft Word, as respostas dos estudantes coletadas na pesquisa foram lidas diversas vezes, a fim de interpretar o que eles queriam dizer através delas. Então, a partir da leitura e observação minuciosa desses dados, foram criadas categorias para organizá-los e agrupá-los. “Os segmentos de dados são categorizados de acordo com um sistema organizado que é predominantemente derivado dos próprios dados” (GIL, 2008, p. 176). As categorias foram elaboradas de acordo com a similaridade entre as respostas dadas pelos estudantes. Dentro disso, foram consideradas: palavras, frases, expressões, ideias e conceitos correlacionados.

Para fazer uma análise detalhada dos dados, é aconselhável utilizar um processo de codificação. Uma forma interessante de se fazer isso é criar grupos (categorias) e em cada um reunir dados que apresentem alguma semelhança entre si. Dessa maneira, torna-se mais fácil e objetivo fazer a interpretação desses dados (CRESWELL, 2007).

Finalmente, os dados foram interpretados a partir da análise das categorias criadas. Dessa forma, foi possível observar e refletir sobre cada categoria e inferir significado para cada uma delas.

5.1.1 A construção da Sequência Didática

A escolha em construir uma SD composta por atividades lúdicas e investigativas partiu do interesse em concatenar os conhecimentos sobre a primeira lei de Mendel e a transmissão dos caracteres hereditários entre os seres vivos. As atividades presentes nela foram elaboradas com o pressuposto de favorecer a aprendizagem da primeira lei de Mendel, já que esse conteúdo é fundamental para a compreensão dos mecanismos que regem a hereditariedade, bem como para preparar os estudantes para avaliações externas que eles poderão participar em algum momento de suas vidas.

A SD foi elaborada e parcialmente aplicada visando analisar a sua importância no processo didático. Por conseguinte, pode ser modificada com a finalidade de ser utilizada por outros professores em diferentes circunstâncias.

Assim sendo, considera-se que as atividades que compõem a SD relacionada com o presente trabalho sejam, de fato, importantes para o processo de ensino-aprendizagem, pois foram construídas com o intuito de estimular a curiosidade, a reflexão, a percepção e, ainda, promover a interação entre os estudantes, colocando-os em uma posição mais participativa no processo de construção do conhecimento.

De acordo com Leite e Ramos (2017), um dos princípios da aprendizagem colaborativa é a colaboração entre os envolvidos. Assim, as atividades que compõem a SD apresentam os princípios dessa metodologia ativa, pois foram construídas de forma que os alunos trabalhem de maneira colaborativa, no intuito de resolverem o problema apresentado.

Conforme Souza, Vilaça e Teixeira (2020), nesse tipo de metodologia os participantes trabalham coletivamente, buscando a construção do conhecimento e, conseqüentemente, a solução do problema apresentado. Para isso, eles são estimulados a argumentar, interagir e a tomar decisões de maneira consciente, pois estas são responsabilidade de todos os integrantes da equipe.

Assim, de acordo com os princípios da metodologia da aprendizagem colaborativa, as atividades lúdicas que fazem parte da SD foram construídas de forma que um problema é apresentado e os alunos, em grupos, têm que interagir, refletir, questionar e trabalhar de forma colaborativa para chegarem à solução. Essas atividades foram elaboradas com o objetivo de favorecer a aprendizagem dos participantes. Conforme menciona a BNCC, é imprescindível construir e utilizar recursos educativos capazes de colaborar com o processo de ensino-aprendizagem dos educandos (BRASIL, 2017).

A SD construída para a pesquisa apresenta três momentos, elaborados com o propósito de promover a participação ativa dos estudantes. Eu busquei fazer a conexão entre esses três momentos da seguinte forma: o primeiro foi estruturado de forma que o tema pudesse ser introduzido aos alunos. Além do mais, nesse momento, através de uma dinâmica utilizando uma poesia concernente à genética e duas questões que foram respondidas pelos estudantes, foi possível averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação a alguns conceitos sobre esse

conteúdo, inclusive sobre a transmissão das características hereditárias. De acordo com Justina (2001), é importante que o professor reconheça as ideias prévias que os alunos apresentam sobre hereditariedade, a fim de analisar o que eles sabem sobre o assunto, pois, a partir disso, ele poderá promover meios para ajudá-los a construir o seu próprio conhecimento.

O segundo momento buscou a contextualização do conteúdo através de diversas atividades lúdicas, pois em conformidade com Almeida (2003), Kraemer (2007), Santos et al. (2014), as atividades lúdicas possibilitam a interação, a reflexão, o trabalho em equipe e a colaboração entre os envolvidos, podendo colaborar, assim, com o processo de ensino aprendizagem. Santos (2008, p. 13) descreve que “a troca de percepções entre os alunos estimula a ampliação de ideias e a testagem de hipóteses pessoais.” Então, a partir dessas atividades os alunos terão a oportunidade de compreender os principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel. Além disso irão colocar em prática, utilizando modelos, o que aprenderam no momento anterior.

Finalmente, o terceiro momento contém uma atividade investigativa cujo objetivo é promover a reflexão, a interação, a discussão, o questionamento, o levantamento de hipóteses e o teste dessas hipóteses, a fim de resolver o problema em questão. Em todas essas atividades buscou-se a participação ativa dos alunos. Considera-se que o conjunto dessas atividades possa colaborar, de maneira considerável, com a aprendizagem do conteúdo proposto.

Amparado pelas ideias dos autores Sasseron e Carvalho (2008), Armstrong e Barboza (2012), Carvalho (2013), Azevedo (2016) e Silva et al. (2017), é fundamental promover o protagonismo dos alunos durante as atividades para que eles se sintam interessados, estimulados, motivados e, além de tudo, conscientes da construção da sua aprendizagem. Para isso, a SD foi idealizada para que durante o seu desenvolvimento a curiosidade do estudante seja instigada e, trabalhando em coletividade, esse aluno seja estimulado a refletir, argumentar e reconhecer que ele é o personagem principal da construção do seu próprio conhecimento.

5.1.2 Produção dos vídeos que fazem parte da atividade: Qual a melhor ordem?

Entre as atividades lúdicas presentes no segundo momento da SD está incluída uma dinâmica com vídeos: “Qual a melhor ordem”. Os vídeos construídos foram feitos usando-se os programas: *Powtoon: Video Maker* e *VideoScribe*. A produção desses vídeos foi realizada em três etapas. Na primeira etapa, elaborou-se o roteiro de cada vídeo que seria construído. Para isso, buscou-se na literatura os principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel. Procurou-se pesquisar em diversos tipos de livros didáticos de Biologia, com o intuito de averiguar como esse assunto era abordado por diferentes autores que têm as suas obras voltadas para estudantes do ensino médio. Na segunda etapa, os roteiros foram corrigidos e, logo após a correção, os vídeos começaram a ser construídos. Por fim, na terceira etapa, os vídeos foram postados no site *You Tube*.

Os dois programas que foram utilizados para a construção desses recursos audiovisuais permitem o desenvolvimento de vídeos animados para apresentar um determinado conteúdo. Além disso, não é preciso ser um ilustrador profissional para isso, pois as interfaces desses programas são bastante intuitivas e fáceis de serem utilizadas. A propósito, os vídeos animados podem ajudar a explicar assuntos complexos para os estudantes, pois é possível ilustrá-los, criando esquemas, histórias e diferentes personagens.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho visou a construção de uma SD como produto. Logo, os resultados serão apresentados em duas seções: a SD preparada para divulgação e a análise da SD, quanto a sua estrutura e a experiência referentes as etapas que foram possíveis de serem aplicadas nas turmas retratadas em materiais e métodos.

A seguir está apresentada a SD e uma proposta para sua utilização.

6.1 A Sequência Didática: “Praticando e aprendendo a 1ª lei de Mendel”.

Tema: Genética Mendeliana.

Conteúdo da Sequência Didática:

- Leis de Mendel;
- Transmissão das características hereditárias;
- Heredograma;
- Dominância e recessividade;
- Genótipo e fenótipo;
- Cromossomos;
- Quadrado de Punnet;
- Segregação dos alelos de um gene;
- Noções de probabilidade;
- Material genético;
- Genes e alelos.

Competência Específica (BNCC): 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).

Habilidades (BNCC): (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, revisões 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.

Público-alvo: Alunos do ensino médio.

Duração da Sequência Didática: 8 aulas de 50 minutos.

Objetivos:

- Entender como ocorre a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações;
- Entender que o estudo da genética é muito importante para a sociedade;
- Compreender que existem características que são dominantes (transmitidas, portanto, por genes dominantes) e recessivas (transmitidas por genes recessivos);
- Compreender que os alelos se separam na formação dos gametas;
- Saber construir e interpretar um heredograma;
- Entender que uma característica pode ficar recessiva “escondida” em uma geração e reaparecer em outras gerações;
- Compreender os principais tópicos relacionados ao mendelismo.

Quadro 1 - Síntese do desenvolvimento da Sequência Didática.

Síntese do desenvolvimento da Sequência Didática				
Momento	Tema do momento	Aula	Atividades relacionadas	Conceitos da aula
1	Introdução de alguns conceitos básicos sobre genética e hereditariedade.	1	Dinâmica utilizando a poesia: Os genes viraram versos, herança se fez poesia.	<ul style="list-style-type: none"> Sondagem das ideias prévias dos alunos sobre genética e hereditariedade; Introduzir e conceituar o tema genética.
		2	Exibição de um documentário. Duração: 22min42s.	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação dos trabalhos de Gregor Mendel e dos principais conceitos relacionados às suas leis; Proporcionar momentos de reflexão e questionamento aos alunos.
2	1ª lei de Mendel: desdobramentos e implicações.	3	Dinâmica: “Meiose na lata.”	<ul style="list-style-type: none"> Compreender como ocorre o processo da meiose.
		4	Dinâmica: “Qual a melhor ordem?”	<ul style="list-style-type: none"> Compreender os principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel; Utilizar as novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem; Promover a reflexão e a interação entre os envolvidos.
		5	Segunda parte da dinâmica: “Qual a melhor ordem?”	
		6	Dinâmica: “Cruzamento nos palitos.”	<ul style="list-style-type: none"> Colocar em prática, através de modelos, o que aprenderam no momento anterior; Estimular a reflexão e o raciocínio lógico dos alunos, bem como promover a interação e a colaboração entre eles.
		7	Jogo: “Heredograma na mesa.”	<ul style="list-style-type: none"> Contextualizar alguns tópicos que foram trabalhados no segundo momento da SD; Aprender a construir e a interpretar heredogramas.
3	Alelos letais.	8	Atividade: “O enigma do camundongo amarelo.”	<ul style="list-style-type: none"> Despertar o senso crítico, o questionamento e a reflexão; Estimular o raciocínio lógico para a resolução de um problema; Promover o trabalho em equipe.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Desenvolvimento da Sequência Didática

MOMENTO 1: Introdução dos principais conceitos relacionados à 1ª lei de Mendel e reconhecimento da importância da genética para a sociedade.

Aula 1: Sondagem das ideias prévias dos estudantes sobre os conteúdos que serão trabalhados na SD. Conceituar o tema genética e discutir sobre sua importância para a sociedade. Conhecer alguns conceitos genéticos básicos.

Duração: 01 aula de 50 minutos.

Metodologia: Neste momento o professor deverá convidar os alunos para participarem de uma atividade, com o objetivo de introduzir alguns conceitos sobre genética.

“Afinal, o que é genética?”

Materiais necessários: folhas de papel e caneta.

Integração:

- Inicie a atividade distribuindo a poesia: “OS GENES VIRARAM VERSOS, HERANÇA SE FEZ POESIA¹” (Anexo I).
- Peça que cada participante, primeiramente, leia uma das frases da poesia.
- Em seguida, peça que leiam novamente, mas agora todos os estudantes deverão ler juntos.

Atividade:

- Solicite que formem grupos de até quatro alunos.
- Peça aos alunos que escrevam em uma folha as palavras do texto que são desconhecidas para eles.
- Assim que eles terminarem de escrever as palavras desconhecidas, o professor deverá solicitar que eles pesquisem o significado das mesmas. Para isso eles poderão utilizar o *smartphone* ou o próprio livro didático de Biologia.
- Solicite que, em grupos, os estudantes troquem ideias sobre o que entendem por genética e anotem as suas concepções em uma folha.
- Na sequência, peça que argumentem sobre as conclusões a que chegaram sobre o que vem a ser genética.
- Quando os grupos terminarem de discutir sobre o que é genética, solicite que eles respondam por escrito as questões a seguir:

¹ Reprodução da obra permitida. Link de acesso:
<https://www.recantodasletras.com.br/cordel/1647988>.

1. Na sua opinião, por que os filhos são parecidos com os genitores?
2. Você conhece alguma doença hereditária? Qual?

Observação: O professor deverá escrever as perguntas acima no quadro.

Finalização da atividade:

- Registre as opiniões dos grupos relacionadas ao que é genética no quadro em forma de palavras-chave.
- Quando os grupos terminarem de falar as suas opiniões, leia em voz alta as palavras-chave que foram escritas no quadro.
- Peça que cada grupo tente formar uma frase que concentre todas as palavras que foram escritas no quadro.

Observação: O objetivo de pedir aos alunos para formarem frases utilizando as palavras-chave é possibilitar o desenvolvimento de atitudes de reflexão, interação, colaboração e troca de experiências entre eles. Além disso, eles estarão utilizando termos relacionados à genética, ajudando assim, a fixação desses conceitos.

- Solicite que cada grupo apresente suas respostas relacionadas às duas perguntas que foram feitas e, a partir daí, inicie a discussão sobre essas questões.

Aula 2: Nesta aula, o professor irá introduzir o tema “As leis de Mendel” aos estudantes. Para isso, ele deverá exibir o documentário intitulado: “**Mendel e a Ervilha - Os Seis Experimentos que Mudaram o Mundo**” (22min42s), a partir do qual será possível envolver os alunos com o tema, onde eles terão que elaborar hipóteses para as perguntas que serão apresentadas durante a exibição do vídeo.

Duração: 01 aula de 50 minutos.

Procedimentos: Antes de iniciar a exibição do documentário o professor pedirá que cada aluno retire uma folha do caderno para anotar as respostas relacionadas às perguntas que serão feitas durante a sua exibição.

Observação: Nessa atividade os discentes deverão estar sentados em grupo. No entanto, cada aluno deverá escrever as suas próprias respostas para as questões que serão apresentadas. O objetivo de estarem em grupos é para ocorrer a interação, a reflexão e a discussão em cada questão que será levantada.

Para evitar constrangimento, não é necessária a identificação dos alunos.

Em cada pausa do vídeo, o professor deverá ler a pergunta relacionada com aquele momento e, então, fazer uma breve discussão com os alunos, no intuito de facilitar a compreensão em relação à pergunta que foi realizada. Após a discussão, cada aluno deverá anotar as suas conclusões referentes às questões que foram apresentadas.

Iniciar o vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg>

Primeira pausa (4:55): As pessoas da época de Mendel já conheciam o ovócito e o espermatozoide, mas não sabiam como eles se combinavam para produzir uma nova geração. O que tem nesses gametas que faz com que os filhos sejam parecidos com os pais?

Segunda pausa (7:20): No documentário relata que do cruzamento de dois periquitos azuis pode nascer um periquito branco. O que vocês acham que ocorre no cruzamento de periquitos azuis que pode gerar descendentes brancos?

Terceira pausa (14:00): Mendel fez o cruzamento entre ervilhas lisas com ervilhas rugosas, ambas continham pedigree (Mendel chamava essas ervilhas de puras). Desse cruzamento, nasceram vagens híbridas. Vocês sabem o que é um organismo híbrido?

Quarta pausa (14:20): De acordo com a “teoria da mistura”, as ervilhas descendentes do cruzamento entre ervilhas lisas com rugosas seriam uma mistura de seus “pais”. Na opinião de vocês, como deveriam nascer as ervilhas provenientes desse cruzamento (lisas com rugosas)?

Quinta pausa (15:00): No cruzamento entre as ervilhas lisas com as rugosas, a característica ervilha rugosa não apareceu na prole, pois 100% das ervilhas nasceram lisas. O que vocês acham que ocorreu com a característica rugosa nesse cruzamento?

Sexta pausa (16:10): Mendel deixou as ervilhas lisas, provenientes do cruzamento entre ervilhas lisas e rugosas, se autofecundarem. Surpreendentemente, a característica “rugosa” reapareceu. O que vocês acham que ocorreu que possibilitou o reaparecimento dessa característica nesse cruzamento?

Após a exibição do documentário, o professor deverá recolher as folhas com as respostas dos alunos e promover uma discussão geral com a turma, enfatizando as principais ideias relacionadas à transmissão das características nos seres vivos. É

importante que o professor discuta também sobre a teoria da mistura, que, inclusive, foi exibida no vídeo com o objetivo de mostrar que essa teoria, de fato, não ocorre.

MOMENTO 2: Neste momento os alunos irão participar de várias atividades lúdicas, que abordarão os principais conteúdos relacionados à primeira lei de Mendel. As atividades que compõem este momento, apresentam um determinado problema onde os estudantes serão desafiados a buscarem respostas para solucioná-los. Para isso, eles terão que interagir, trabalhar de forma coletiva e respeitar as regras de cada atividade. Logo, essas atividades lúdicas irão estimular a criatividade dos alunos.

Dica: Antes de dar início à dinâmica da aula 3, o professor deverá exibir para os alunos um vídeo (Meiose - divisão celular, em “Mais Biologia”, com Roger Maia - 13min31s.), o qual mostrará as principais etapas relacionadas à meiose, enfatizando a segregação dos alelos. Esse vídeo irá ajudar na aprendizagem do conteúdo e na execução da atividade proposta: “Meiose na lata”. Além de exibir o vídeo em sala de aula, o professor deverá escrever no quadro o link desse vídeo para que os alunos possam assistir em casa também.

Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=JNTuBFlvUz4>

Aula 3: Os alunos terão acesso à dinâmica: “**Meiose na lata**”.

Duração: 01 aula de 50 minutos.

Objetivos: É fundamental que os alunos entendam como ocorre o processo de meiose, pois, dessa maneira, eles conseguirão compreender melhor a segregação dos alelos de um gene e, conseqüentemente, entenderão melhor a primeira lei de Mendel.

Procedimentos: Os materiais utilizados para a construção da atividade estão dispostos no Apêndice I e as figuras empregadas para a confecção e utilização da atividade se encontram no Apêndice II; então, o professor deverá fazer a impressão de todas elas – um conjunto de figuras para cada grupo de alunos. As figuras que representam as células deverão ser colocadas no fundo das latinhas de plástico (ver FIGURA A). É aconselhável colocar uma fita adesiva de duas faces no fundo da latinha para ajudar na fixação das figuras. Imprimir os cromossomos e, utilizando uma fita

adesiva, fixar na tampa das latinhas (ver FIGURA A). Cada latinha irá simular uma célula em determinada etapa da meiose.

Observação: As setas que indicarão cada “passo” da montagem e as demais figuras deverão ser impressas e cobertas com papel contact.

Nessa atividade os estudantes terão que montar corretamente as etapas da meiose, de maneira simplificada. Para isso, eles deverão utilizar os materiais disponíveis. Em cada tampinha estarão colados os cromossomos de acordo com cada etapa da meiose. Os estudantes deverão utilizar algumas figuras (n e $2n$) para mostrar a condição da célula – haplóide ou diplóide – em cada etapa desse ciclo celular.

Observação: É importante que o professor deixe as latinhas que representarão as células destampadas e embaralhadas, juntamente com as figuras que compõem o kit, com a intenção de deixar a atividade mais interessante (ver FIGURA A).

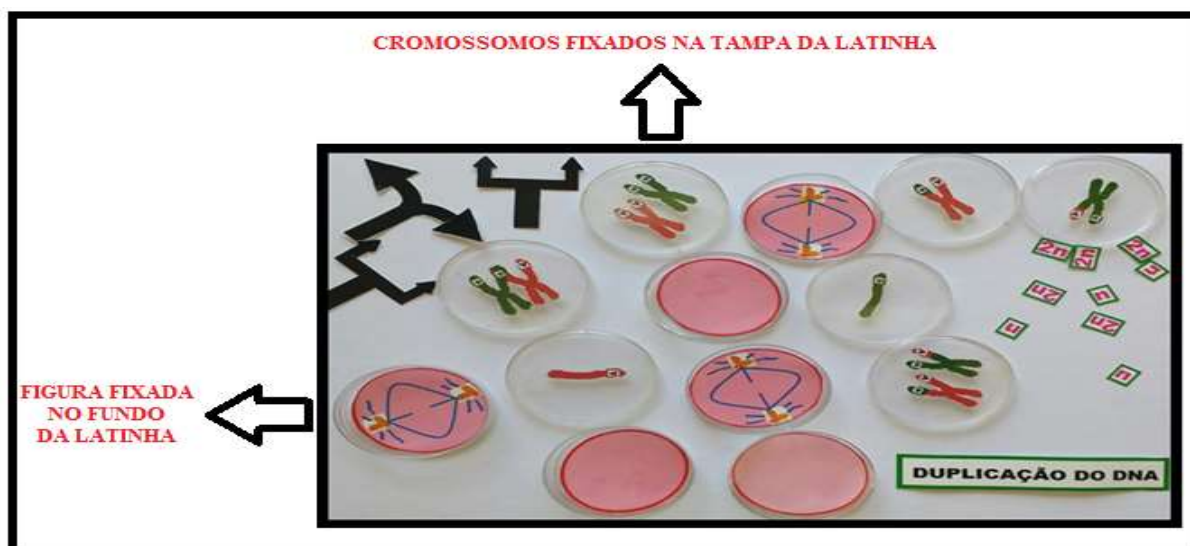


Figura A – Kit meiose na lata desmontado.
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

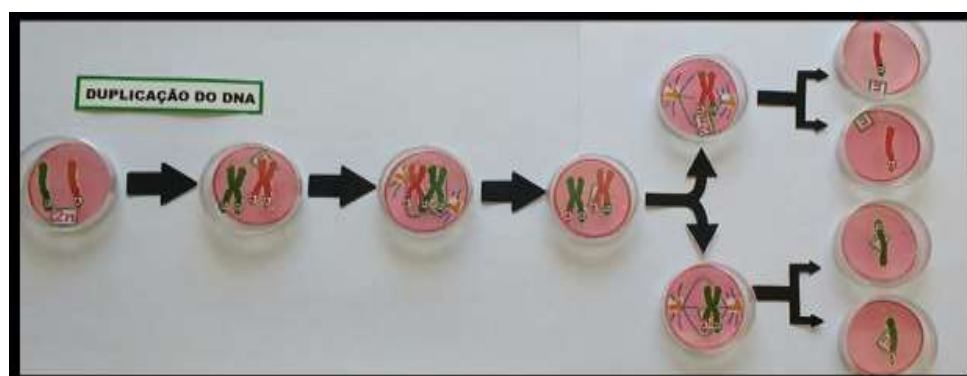


Figura B – kit meiose na lata montado.
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Então, assim que cada grupo tiver montado o kit, deverá comunicar ao professor. O professor deverá esperar todos os grupos terminarem a montagem dos kits e, após, verificar os acertos e os erros cometidos por eles e fazer a correção juntamente com toda a classe.

Aula 4: Os alunos terão acesso à atividade: “Qual a melhor ordem?”. Nesta aula, o professor irá explicar a dinâmica da atividade e entregar para os alunos o conjunto de cartões (Apêndice III) que serão utilizados na atividade.

Duração: 1 aula de 50 minutos.

Metodologia: Os estudantes devem se dividir em grupos de no máximo 5 pessoas. Então, o professor entregará um conjunto de cartões para cada grupo. O professor deverá explicar que, para executar a atividade, pelo menos um dos alunos de cada grupo terá que ter um *smartphone* que tenha acesso à internet. Os estudantes irão utilizar o aparelho para ler os códigos que estão impressos nos cartões que foram entregues. A câmera do *smartphone* tem a função de leitura de *QR CODE*, basta direcioná-la ao cartão para que a leitura do código do vídeo seja feita. Ao ler o *QR CODE* de cada cartão, os alunos serão direcionados para os vídeos que fazem parte da atividade. Esses vídeos, que abordam os principais tópicos relacionados à 1ª lei de Mendel, foram construídos especificamente para essa atividade e estão disponíveis no *site You Tube*. Esses vídeos foram elaborados de forma que os principais tópicos relacionados à 1ª lei de Mendel fossem trabalhados.

O professor deverá explicar que a sequência de vídeos que os alunos irão assistir estão relacionados à aprendizagem da 1ª lei de Mendel. Então, o docente deverá entregar um conjunto de cartões para cada grupo. Assim que estes forem entregues, o professor deverá ler as seguintes regras para o desenvolvimento da atividade:

- Os vídeos deverão ser assistidos em sala de aula e em casa. Então, vocês poderão levar os cartões para casa.
- Para assistir aos vídeos, vocês deverão ler os “*QR CODE*’s” dos cartões que foram entregues.
- Vocês devem assistir a todos os vídeos sem uma sequência pré-determinada, e quantas vezes acharem necessárias.
- Após assistirem a todos os vídeos, cada grupo deverá montar uma sequência que considere interessante para a exibição desses vídeos.

Observação: O professor deverá falar aos estudantes que não há sequência de vídeos considerada correta. Cada grupo poderá “elaborar” uma sequência de exibição que julgar interessante para a aprendizagem do conteúdo proposto.

Para facilitar a ordenação dos vídeos, os cartões “QR CODE’s” terão cores diferentes, como mostrado na figura a seguir:

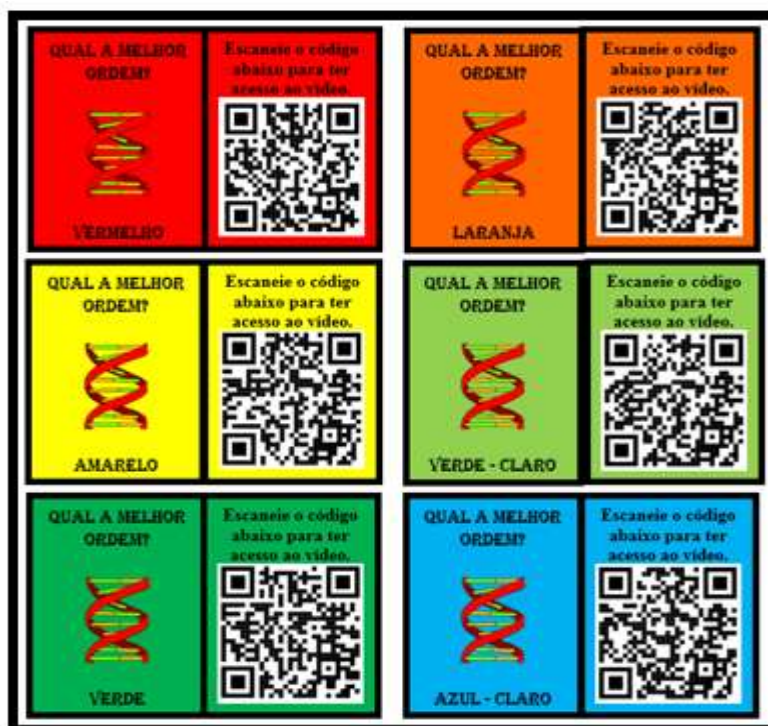


Figura C – Alguns cartões da atividade “Qual a melhor ordem”.
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na próxima aula, considerando que todos assistiram aos vídeos, os grupos deverão apresentar a sequência de vídeos elaborada por eles a partir do material que foi entregue.

Dica: O professor deverá dar o prazo de uma semana para que os grupos possam assistir aos vídeos e ordenar a sequência que acharam interessante.

Aula 5: Os grupos irão apresentar a sequência de vídeos elaborada por eles. No momento em que os grupos apresentarem a sequência de exibição dos vídeos, eles terão que relatar o motivo de terem escolhido tal ordem. Cada grupo deverá fazer as suas próprias justificativas.

Duração: 1 aula de 50 minutos.

Metodologia: Nessa aula o professor deverá dar um tempo de aproximadamente 10 minutos para que cada grupo esquematize as sequências relacionadas aos vídeos que foram assistidos por eles.

Assim que os alunos tiverem esquematizado os cartões relacionados aos vídeos e determinado a sequência de exibição, o professor pedirá para que cada grupo justifique porque escolheu determinada ordem. Nesse momento, o professor deverá promover uma discussão entre os grupos sobre qual sequência de vídeos é mais interessante para a aprendizagem do conteúdo e sobre quais aspectos foram mais importantes para a ordenação dos vídeos.

Observação: Para a execução dessa atividade o professor deverá imprimir, recortar, e preparar os cartões para serem entregues aos alunos (observar o Apêndice III).

É fundamental que a impressão desses cartões seja feita utilizando tinta colorida, pois cada cartão possui uma cor de identificação. É aconselhável também que a impressão seja feita em papel couché, por este ser mais duro do que o papel sulfite, dando um aspecto melhor aos cartões, colaborando também com sua conservação e durabilidade.

Aula 6: Neste momento os alunos irão praticar um dos principais assuntos relacionados com a 1ª lei de Mendel: O cruzamento das ervilhas (*Pisum sativum*). As atividades trabalhadas nessa aula irão promover a colaboração entre os integrantes de cada grupo e a competição entre os grupos.

Duração: 1 aula de 50 minutos.

Metodologia: Nesta aula os alunos irão participar da dinâmica: “**Cruzamento nos palitos**”. Nessa atividade eles terão que fazer alguns cruzamentos entre as ervilhas, considerando duas características: a cor e a textura das sementes. Ademais, os estudantes irão trabalhar com a combinação dos alelos, observando e analisando o resultado dessas interações. Os estudantes terão que analisar também o resultado fenotípico dos cruzamentos que irão realizar. Além disso, eles utilizarão um modelo representando o quadrado de Punnet para realizar os cruzamentos propostos.

Procedimentos: Nessa atividade os alunos irão trabalhar as cores das ervilhas e a textura das sementes. Portanto, para a sua execução serão utilizados dois kits, um que versará sobre a característica, cor das ervilhas, e outro que abordará o carácter, textura das sementes (ver figura abaixo).

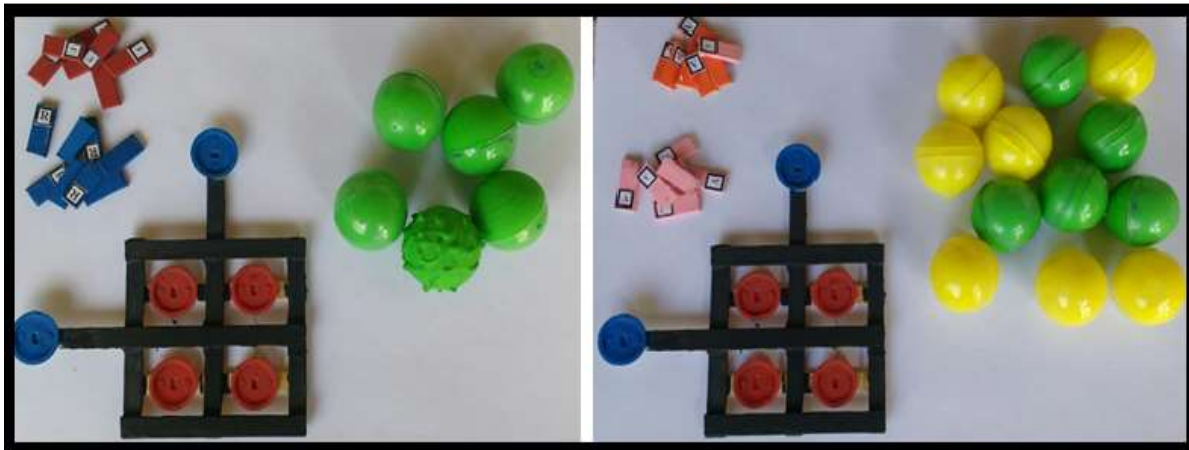


Figura D – Kits cruzando a textura das sementes e cruzando as ervilhas de cor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Sendo assim, o professor decidirá quantos grupos irão trabalhar o cruzamento das cores e quantos estudarão a textura das sementes. É importante que o professor intercale os grupos, no intuito de evitar que um olhe a atividade do outro: enquanto um grupo realiza o cruzamento considerando as cores das ervilhas, o outro que está próximo deverá efetuar o cruzamento relacionado à textura das sementes.

Exemplo: Se o primeiro grupo recebeu o kit cruzando as ervilhas de cor, o próximo deverá receber o kit cruzando a textura das sementes, e assim sucessivamente.

Observação: Os materiais e os procedimentos para a montagem dos kits estão dispostos no Apêndice IV.

Deve-se montar a quantidade de kits suficientes para que toda a turma participe. Antes de os alunos iniciarem os cruzamentos, o professor deverá executar as etapas a seguir e explicar para os alunos como eles deverão proceder.

Explicação para antes de iniciar a atividade:

- Antes de iniciar a atividade os estudantes deverão estar divididos em grupos de no máximo 5 indivíduos.
- O professor deverá entregar 1 kit para cada grupo de alunos.
- O professor deverá entregar um cartão problema para cada grupo.
- Os alunos deverão fazer os cruzamentos entre os alelos utilizando o quadrado de Punnet, que foi construído utilizando os palitos de picolé.
- Os alunos deverão utilizar as bolinhas de plástico para representar as ervilhas.
- As ervilhas deverão ser entregues aos alunos desmontadas, ou seja, as duas partes que formam cada ervilha deverão estar soltas sobre a mesa. O propósito

é que eles montem as ervilhas também de forma correta, não “misturando” uma parte verde com amarela (cruzamento das cores das ervilhas), nem uma parte lisa com outra rugosa (cruzamento da textura das sementes).

- Nos botões (que deverão estar colados no quadrado de Punnet) os alunos terão que colocar as ervilhas que irão cruzar e a prole resultante desses cruzamentos (ver figura no Apêndice IV).
- Sobre os botões azuis eles deverão colocar as ervilhas que irão se cruzar (Geração Parental).
- Sobre os botões vermelhos os alunos terão que colocar a prole resultante de cada cruzamento.
- Os alunos deverão abrir cada bolinha e colocar os respectivos cromossomos (pedaços de palito de picolé) contendo os alelos dentro (ver FIGURA E). Para ficar mais interessante e intuitiva a atividade, os alelos estarão misturados propositalmente.

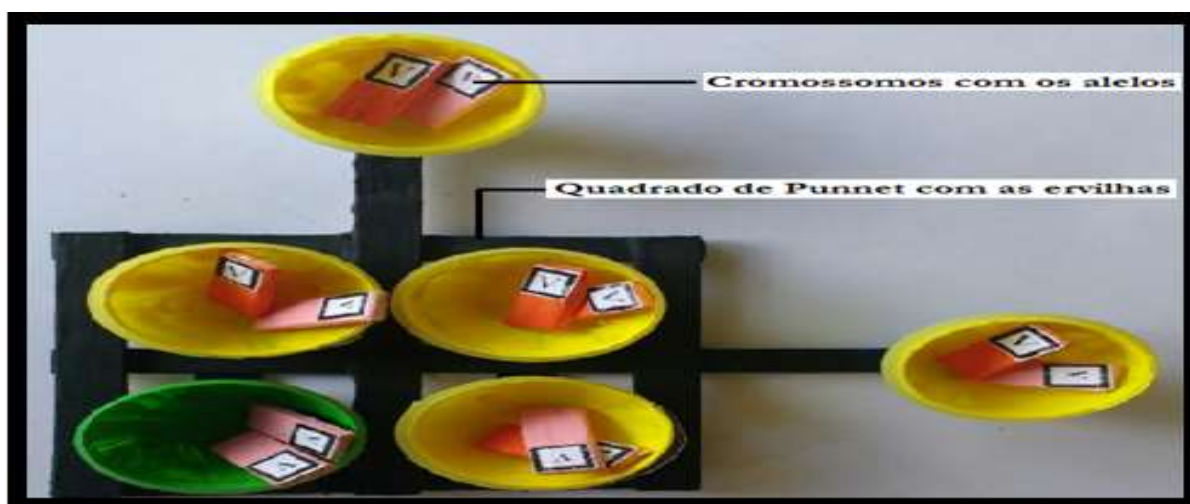


Figura E – Ervilhas dispostas no quadrado de Punnet, mostrando os alelos com os respectivos cromossomos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Procedimentos para a execução da prática: Assim que os alunos tiverem entendido o procedimento da atividade, o professor deverá entregar o cartão problema e o cartão respostas para cada grupo (Apêndice V). O grupo que ficar com a tarefa de cruzar as ervilhas de cor, receberá o cartão problema referente a esses cruzamentos. O grupo que irá cruzar as ervilhas, considerando o carácter textura das sementes, irá receber o cartão problema referente a esses cruzamentos.

Entregar um cartão respostas para cada grupo, que será o mesmo para ambos. Logo, o professor explicará que cada grupo terá 10 minutos para montar cada cruzamento, de acordo com as questões que estão descritas no cartão problema.

Observação: Cada cartão problema possui três cruzamentos que deverão ser realizados pelos alunos utilizando o material que foi entregue a eles.

Assim, o professor deverá começar a atividade e após 10 minutos, ele pedirá que os grupos parem de executar os procedimentos. Então, o professor deverá ir até cada grupo e pedir que os alunos expliquem o cruzamento realizado, utilizando os materiais contidos nos kits que foram entregues: quadrado de Punnet, ervilhas e cromossomos. Nesse momento eles deverão informar também a proporção genotípica e a proporção fenotípica, utilizando, para isso, o cartão respostas (APÊNDICE V). É importante que nesse momento o professor evite corrigir os alunos, ele deverá apenas anotar quais grupos acertaram e quais erraram. Então, ele observará qual(is) grupo(s) errou(ram) os cruzamentos e anotar no quadro. Assim que os grupos terminarem de fazer todos os cruzamentos, o professor deverá fazer a correção de cada cruzamento, utilizando o quadro.

Observação: É fundamental que no momento da correção o professor faça uma discussão com os alunos, a fim de promover uma reflexão crítica dos erros e acertos relacionados aos cruzamentos que foram realizados por eles.

Sendo assim, para cada problema os alunos deverão agir da mesma maneira: 10 minutos para a montagem e a respectiva explicação de cada cruzamento e a resolução das questões relacionadas à proporção fenotípica e genotípica presentes no cartão respostas.

Cada grupo irá realizar três cruzamentos ao todo. Portanto, o Kit que será entregue deverá ser utilizado para fazer todos esses cruzamentos: um único cruzamento por etapa (tempo de 10 minutos).

Observação: Propositamente, os dados não estão explícitos nos cartões problema, pois, dessa forma, os alunos serão estimulados a refletir sobre os conceitos de dominância, recessividade, homocigoto e heterocigoto.

Aula 7: Nessa etapa os alunos irão participar da atividade: “**Heredograma na mesa**”. Essa atividade foi adaptada do trabalho de Campos, Bortoloto e Felício (2003): “Heredograma sem mistério”. Nessa atividade os alunos irão colocar em prática

conceitos que foram vistos anteriormente: heredograma, alelos, dominância e recessividade, quadrado de Punnet e hereditariedade.

Metodologia: Muitas vezes, para calcular a probabilidade de um indivíduo nascer com determinada característica, é preciso representar as relações de parentesco que ele estabelece com os demais indivíduos de sua família. O heredograma (do latim *heredium*, “herança”) é uma espécie de árvore genealógica em que o padrão de herança de uma dada característica é representado graficamente. O heredograma mostra, ainda, qual o fenótipo dos indivíduos para uma determinada característica. Então, nessa prática, os alunos irão participar de um jogo onde terão que montar os heredogramas relacionados aos casos propostos nos cartões problemas.

Procedimentos: A lista de materiais para essa atividade está no Apêndice VI.

Os alunos deverão construir os heredogramas referentes aos casos: fibrose cística, fenilcetonúria ou albinismo.

Os casos citados acima são referentes aos “cartões problema” (Apêndice VII).

A turma deverá estar dividida em grupos de até 5 alunos.

Antes da atividade o professor deverá imprimir e preparar os tabuleiros (Apêndice VIII) e as peças do jogo que representam os indivíduos dos heredogramas e os respectivos alelos (Apêndice IX). É recomendável que a impressão dessas peças seja feita em papel couché, por este ser mais duro, dando um aspecto melhor as peças. É aconselhável também que essas peças sejam envolvidas por papel contact, ajudando na conservação e durabilidade das mesmas.

Então, com os tabuleiros e as peças em mãos, o professor deverá dar início à atividade.

O professor deverá solicitar que cada grupo jogue o dado de seis faces uma vez, a fim de ver qual deles iniciará o jogo. O grupo que tirar o maior número no dado dará início ao jogo. Então, assim que for determinado qual irá iniciar, o grupo que está à direita será o próximo e, assim, sucessivamente, sempre em sentido horário.

Para cada caso proposto, o professor deverá entregar um tabuleiro, um conjunto de peças que representam os indivíduos que irão compor o heredograma, as peças que representam os alelos e o cartão problema do caso.

As peças que representam os indivíduos e os alelos deverão ficar viradas com as faces voltadas para a mesa.

O primeiro grupo joga o dado e desvira a quantidade de peças de acordo com o número tirado na face superior do dado.

Observação: As figuras que representam os indivíduos e os alelos ficarão sobre a mesa. Os alunos deverão escolher quais peças irão desvirar naquele momento. As peças que forem desviradas, se forem as que representam os indivíduos, deverão ser encaixadas no tabuleiro, ocupando os espaços que representam os indivíduos do heredograma. Se as peças desviradas representarem os alelos, elas terão que ser encaixadas no espaço específico para isso (ver figura abaixo).

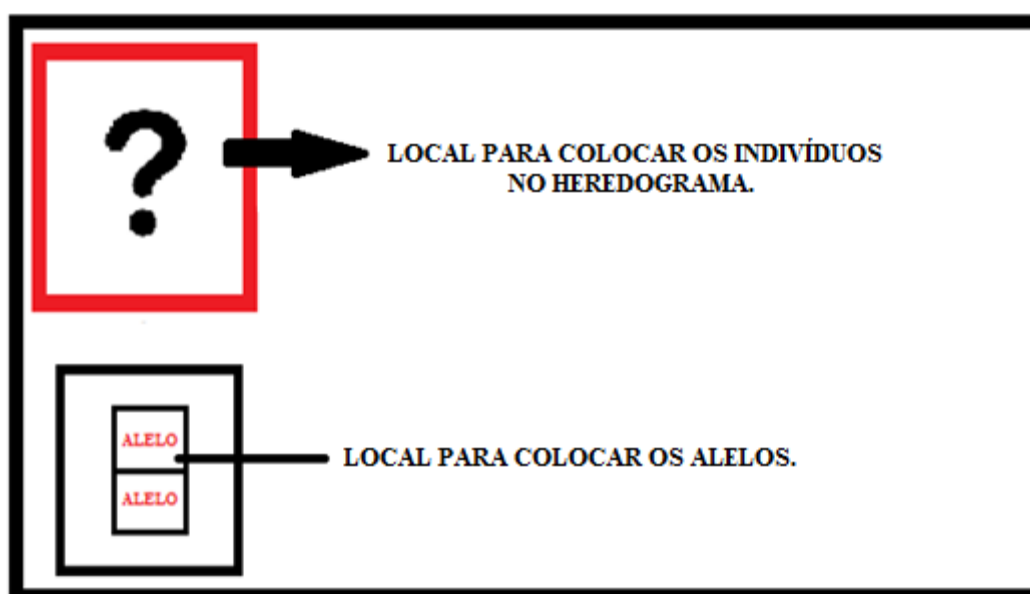


Figura F: Exemplos dos locais onde deverão ser colocadas as peças do jogo: “Heredograma na mesa”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Se o grupo considerar que uma ou mais peças não se encaixam no heredograma, e, no caso dos alelos, ele perceber que não se encaixam nas figuras que representam os indivíduos, o grupo poderá deixar a peça desvirada. Se outro grupo, em sua vez de jogar, quiser utilizar uma ou mais peças desviradas ele tem o direito de utilizá-las, e, depois disso, poderá jogar o dado e desvirar o número de peças de acordo com o número “tirado” no dado. E assim por diante, os grupos vão jogando o dado, desvirando e utilizando as peças, conforme sua vez de jogar.

O professor deverá entregar uma folha em branco para cada grupo. Esta servirá para os grupos anotarem as respostas dos problemas que serão apresentados.

Quando um dos grupos terminar de preencher o tabuleiro e responder as respectivas questões propostas, deve solicitar ao professor para que corrija o heredograma; se o tabuleiro tiver sido completado corretamente, o grupo ganha 120 pontos. Além do tabuleiro, o professor deverá verificar também se os alelos foram encaixados nos indivíduos de maneira correta. Os demais grupos ganharão 10 pontos para cada acerto e perderão 10 para cada erro; indivíduos não completados não ganham nem perdem pontos.

Observação: Para analisar se o grupo acertou ou errou, o professor deverá levar em conta as figuras que representam os indivíduos do heredograma e os alelos que foram encaixados nessa figura (ver figura abaixo).

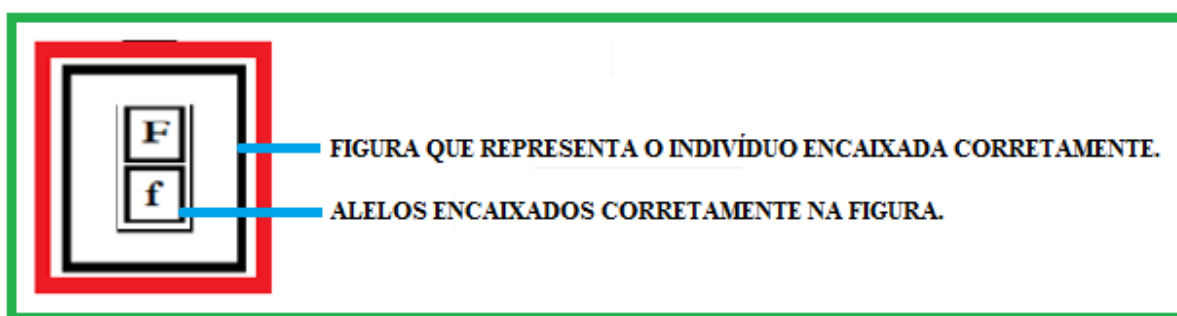


Figura G – Figura mostrando como as peças do jogo deverão ser encaixadas no tabuleiro.
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Se o grupo que completou primeiro o heredograma não o fizer corretamente, perderá 10 pontos para cada erro e deixará de jogar o caso vigente – o professor deverá apenas contabilizar os pontos relacionados aos acertos – voltando a jogar somente no caso seguinte. O professor não deverá apontar os erros naquele momento, pois estes serão discutidos posteriormente. Todos os outros grupos deverão continuar jogando até que um deles consiga completar o heredograma e responder as questões relacionadas a ele de maneira correta. O professor deverá agir dessa forma com todos os grupos e em todos os casos. As questões também valerão pontos; a cada uma respondida corretamente o grupo ganhará 10 pontos. Então, assim que um dos grupos conseguir completar o heredograma e responder as respectivas questões sem erros, o professor deverá fazer a correção do caso proposto no quadro. Se nenhum grupo conseguir montar os heredogramas e responder as questões acertadamente, ganhará o grupo que tiver mais pontos.

Observação: O professor deverá consultar o cartão solução (Apêndice VII) para fazer a correção dos heredogramas e das respectivas questões. É importante que o

professor explique detalhadamente cada caso no momento da correção para que os alunos consigam entender os problemas que foram apresentados.

No final do jogo o professor deverá somar os pontos que cada grupo conseguiu com a montagem dos heredogramas com os pontos que conseguiu com as respostas corretas. Ganhará o grupo que conseguir a maior pontuação.

MOMENTO 3: Neste momento os alunos irão ter acesso a uma atividade com viés investigativo, onde serão estimulados a refletir, elaborar hipóteses e testá-las, utilizando raciocínio matemático para chegarem à solução do caso apresentado.

Aula 8: Nesta aula os estudantes irão participar de uma atividade com viés investigativo: **“O enigma do camundongo amarelo”**. A atividade irá abordar alelos codominantes letais.

Observação: Para o desenvolvimento dessa atividade o professor deverá raciocinar “em cima” das colocações dos alunos, sem, no entanto, responder com conceitos prontos, ajudando os estudantes apenas a refletir sobre as suas hipóteses e as consequências de sua aplicação.

Duração: 1 aula de 50 minutos.

Metodologia: Como as demais atividades da SD, essa também deverá ser realizada em grupo. Durante seu desenvolvimento é importante que o professor ajude a guiar a reflexão dos estudantes para que eles não se percam no decorrer dela.

A seguir está um ciclo (FIGURA H) demonstrando de maneira simplificada as etapas que o professor deverá seguir para a execução da atividade.

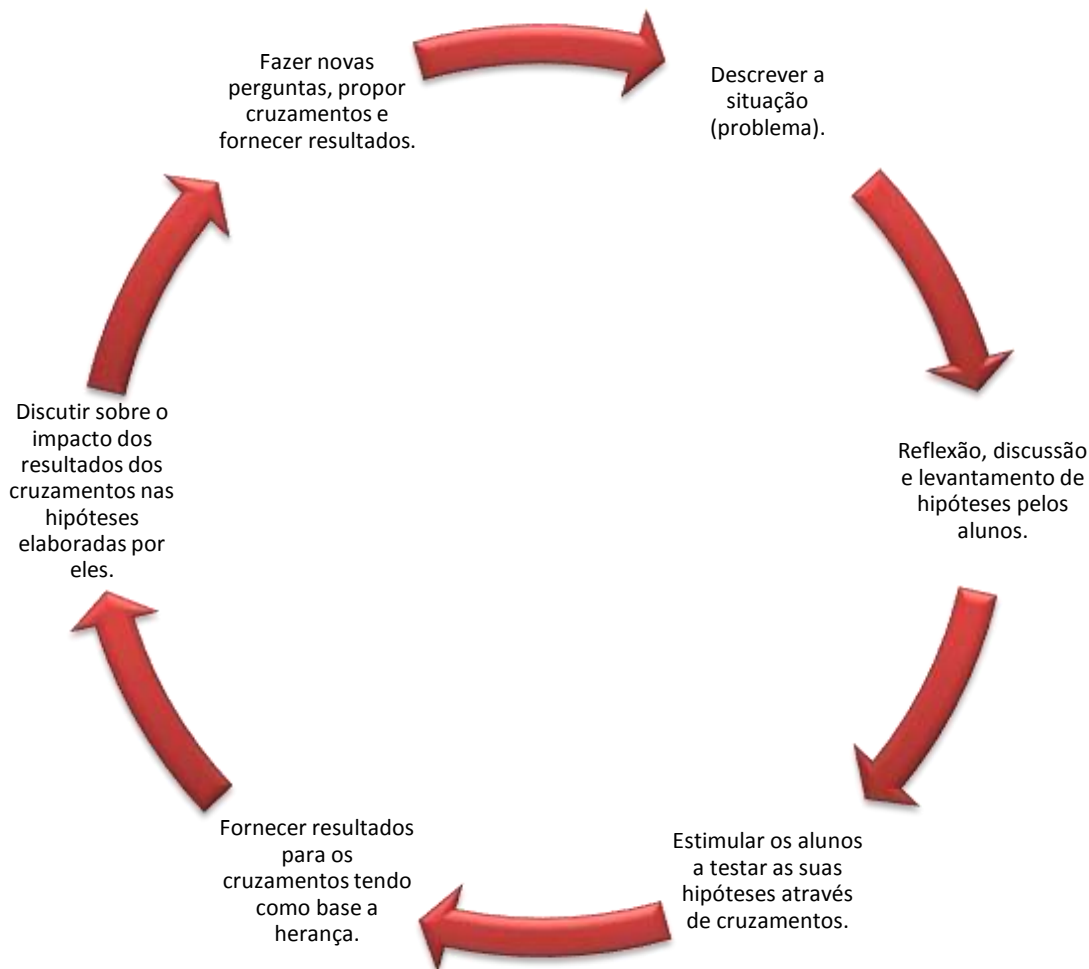


Figura H: Ciclo mostrando as etapas para a execução da atividade “O enigma do camundongo amarelo”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nesta atividade os alunos serão estimulados a refletir sobre o surgimento de um novo fenótipo (camundongo amarelo) na população de camundongos agutis (acinzentados), discutindo e elaborando hipóteses para o caso. É fundamental que o professor não interfira na reflexão e nas hipóteses elaboradas pelos alunos, “dando respostas prontas”. Durante a atividade os alunos serão estimulados a refletir porque não existem camundongos amarelos homozigotos entre os camundongos. Para isso, eles terão que elaborar hipóteses e realizar cruzamentos para verificar o porquê da ausência desses animais na população.

É esperado que durante a atividade os alunos consigam chegar à conclusão de que o camundongo amarelo surgiu por causa de uma mutação genética. Ademais, no final da atividade, os estudantes deverão perceber que não existem camundongos amarelos homozigotos, pois esses roedores morrem antes de nascer, levando à

conclusão de que os camundongos amarelos presentes na população são heterozigotos.

Procedimentos: Como sugestão o professor pode iniciar a atividade assim:

Irei contar uma estória para vocês que traz um enigma. Em grupo, vocês irão discutir como deverão solucionar esse enigma e entender o que aconteceu na seguinte situação:

“Um pesquisador trabalhava com camundongos; ele tinha centenas desses roedores em seu laboratório. Todos os camundongos eram acinzentados, nesse caso podemos chamá-los de aguti. Um certo dia, apareceu um camundongo amarelo no meio dos camundongos acinzentados. Então, o pesquisador, surpreso com aquele fato, perguntou: Como foi possível surgir um camundongo amarelo no meio dos meus camundongos acinzentados?”

A partir dessa “estória” o professor deverá dar início à atividade. A seguir estão dispostas as perguntas que deverão ser direcionadas aos alunos para o desenvolvimento da atividade. Elas deverão ser feitas uma de cada vez, ou seja, o professor não poderá passar para a pergunta seguinte antes de discutir com os alunos a vigente. No Apêndice X estão sugestões de respostas que o professor poderá usar para guiar a atividade.

PERGUNTAS PARA OS ALUNOS

- 1) Na opinião de vocês, como foi possível surgir um camundongo amarelo no meio dos camundongos acinzentados?

- 2) O surgimento do camundongo amarelo é uma causa genética ou ambiental? Como vocês fariam para comprovar isso?

- 3) Já que fazer cruzamentos entre esses camundongos é fundamental para averiguar se a causa é genética ou ambiental, quais camundongos vocês irão colocar para cruzar?

4) Considerando que vocês fizeram o cruzamento entre o camundongo amarelo e o acinzentado, qual é o número de descendentes desse cruzamento? É necessário saber que a prole deve conter até 18 indivíduos, pois este é o número máximo de camundongos em cada ninhada. Ademais, considere que nasceu mais de um camundongo em cada cruzamento.

5) A partir dos resultados que vocês encontraram, irei contar para vocês a quantidade de camundongos acinzentados e a quantidade de camundongos amarelos presentes na prole do cruzamento de cada grupo. Agora vocês deverão analisar o resultado dos cruzamentos que cada grupo realizou. Esses resultados sugerem algo para vocês?

6) Então, vocês observaram que o fenótipo amarelo surgiu devido a uma mutação genética. Neste momento, vocês deverão observar o resultado dos cruzamentos que os colegas de vocês fizeram. A partir desses resultados, vocês conseguem identificar se o camundongo amarelo é homocigoto ou heterocigoto?

Dica que deverá ser dita aos alunos: O camundongo acinzentado é homocigoto recessivo.

7) Agora que identificaram que o camundongo amarelo é o heterocigoto, vocês deverão fazer o cruzamento entre dois camundongos amarelos. Qual o resultado da prole? Lembrem-se de que cada ninhada pode ter até 18 indivíduos.

8) De acordo com a primeira lei de Mendel, no cruzamento entre dois heterocigotos (com dominância entre os alelos) a proporção fenotípica é de 3 indivíduos que apresentam o fenótipo dominante para 1 indivíduo com fenótipo recessivo. Analisem os resultados dos cruzamentos que os grupos realizaram e observem se houve alguma diferença neles. Qual (is) a (s) diferença (s) que vocês encontraram?

9) Como vocês perceberam, a proporção fenotípica do cruzamento entre dois camundongos amarelos é de 2 (amarelos):1 (aguti). Na sua opinião, porque essa proporção é diferente da que Mendel observou ao cruzar dois heterocigotos? O que pode estar acontecendo nesse cruzamento?

Avaliação:

Recomenda-se que a avaliação aconteça de modo contínuo, isto é, que o professor esteja atento aos comentários e perguntas realizados pelos estudantes, dado que estes evidenciaram a forma pela qual os educandos estão apreendendo os tópicos trabalhados durante a sequência didática. O professor poderá pedir aos estudantes que, no final da sequência didática, descrevam quais atividades foram mais interessantes para eles, justificando o motivo para isso e quais as maiores dificuldades encontradas por eles. Ademais, o professor poderá também avaliar o conteúdo aprendido pelos alunos através de avaliações.

APÊNDICES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

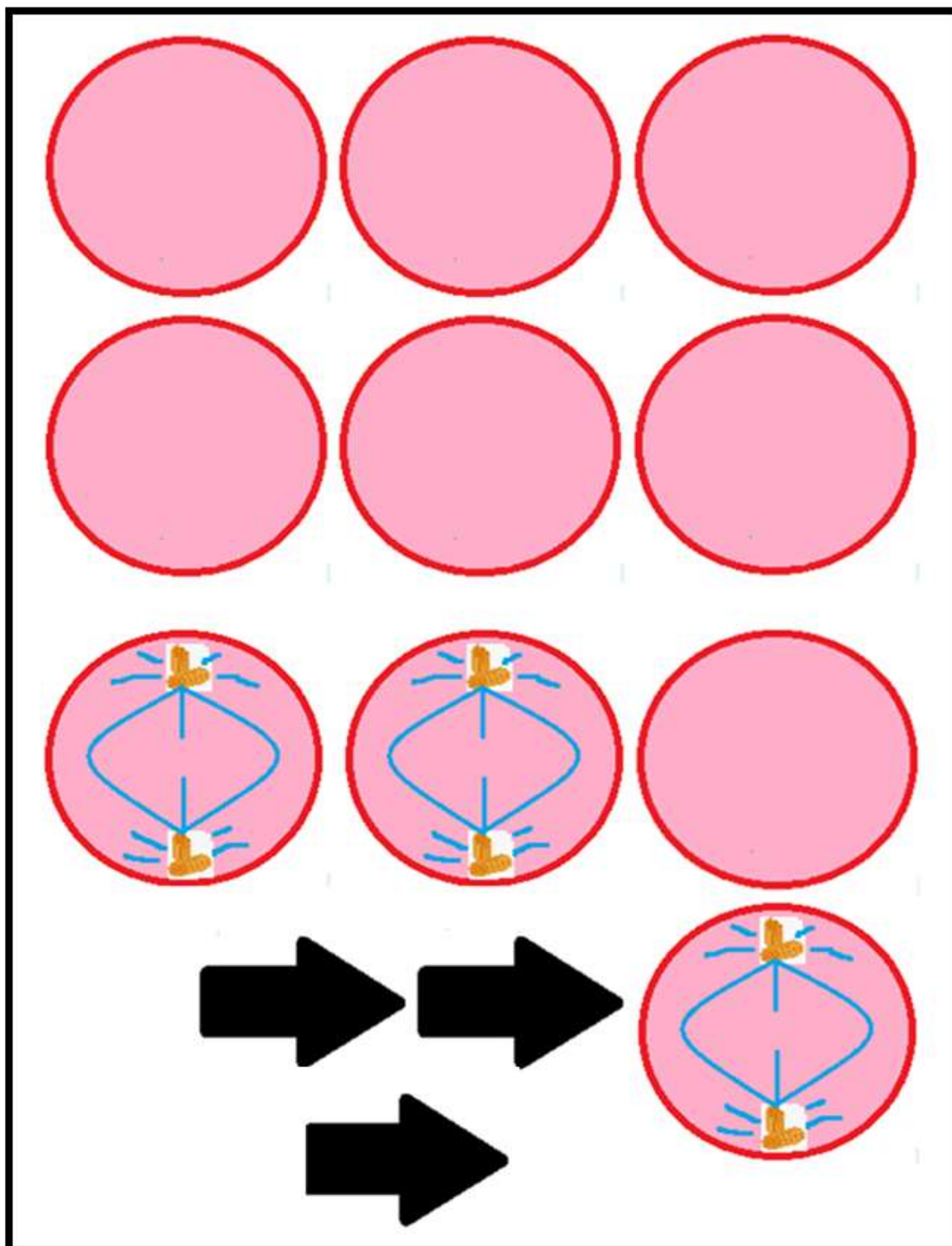
Apêndice I

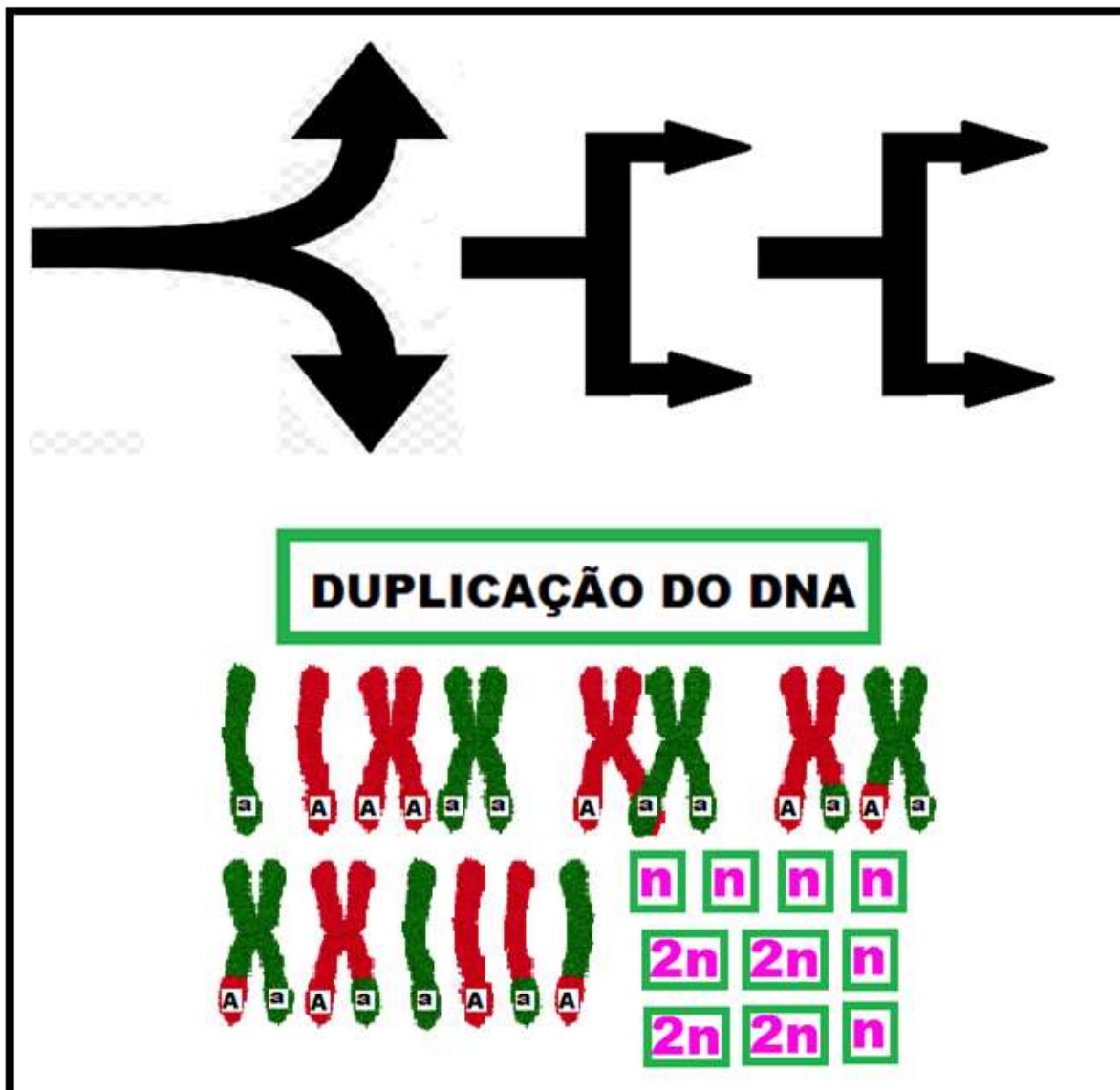
Material para confeccionar o kit “Meiose na lata”

- 10 latinhas plásticas de poliestireno (podem ser encontradas em lojas que vendem artefatos para festa);
- Figuras relacionadas (Apêndice II) que deverão ser impressas e cobertas com papel contact (observação: imprimir em papel couché, pois esse papel é mais duro do que o papel sulfite);
- Tesoura;
- Fita adesiva;
- Fita adesiva de duas faces;
- Papel contact;
- Cronômetro.

Apêndice II

Figuras que serão utilizadas para confeccionar o kit “Meiose na lata”





Apêndice III

Cartões da atividade com vídeos: “Qual a melhor ordem?”



<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>ROXO</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 	<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>AZUL ESCURO</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 
<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>CINZA ESCURO</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 	<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>LILÁS</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 
<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>ROSA</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 	<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>MARROM</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 
<p>QUAL A MELHOR ORDEM?</p>  <p>CINZA CLARO</p>	<p>Escaneie o código abaixo para ter acesso ao vídeo.</p> 		

Observação: Para a execução da atividade, o professor deverá imprimir, recortar e preparar os cartões para serem entregues aos alunos conforme mostrado na figura abaixo (um conjunto de cartões para cada grupo).



Apêndice IV

Materiais e procedimentos para confecção do kit: “Cruzamento nos palitos”

Material para a confecção do kit: Cruzando as ervilhas de cor.

- 08 bolinhas de plástico (cápsulas de plásticos vazias – que podem ser encontradas em lojas que vendem artigos para festa);
- 06 botões brancos de roupa;
- 06 figuras recortadas dos alelos “V” (Apêndice V);
- 09 figuras recortadas dos alelos “v” (Apêndice V);
- 1 Cartão respostas (Apêndice V). Esse cartão é o mesmo para os dois tipos de cruzamentos – cruzando as ervilhas de cor e cruzando a textura das sementes.
- Palitos de picolé para montar o quadrado de Punnet e para construir os cromossomos;
- Pincel;
- 1 cartão problema (Apêndice V);
- Tinta PVA (acrilex) azul para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) verde para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) amarela para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) preta para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) vermelha para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) laranja para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) rosa para artesanato.

Montagem do kit: Cruzando as ervilhas de cor.

➤ Imprimir a folha contendo os cartões problemas, o cartão resposta e as figuras que representam os alelos (Apêndice V); é recomendável que a impressão seja feita utilizando um papel mais duro, como o couché;

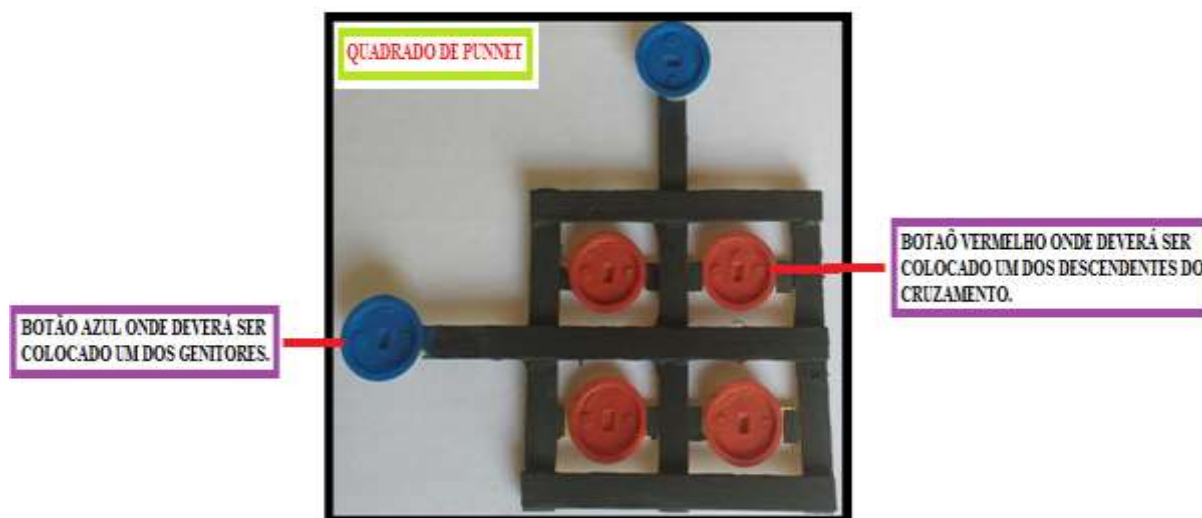
Observação: Imprimir apenas uma folha para construir os dois kits, “cruzando as ervilhas de cor e cruzando a textura das sementes”, exceto o cartão respostas, que deverá ter duas cópias.

➤ “Passar” papel contact na folha supracitada;

- Recortar as figuras que representam os alelos e os cartões problema;
- Pintar 05 bolinhas com tinta amarela (pintar o interior das bolinhas);
- Pintar 03 bolinhas com tinta verde (pintar o interior das bolinhas);
- Cortar os palitos de picolé em pequenos pedaços (15 pedaços) de aproximadamente 2,0 centímetros cada; estes irão representar os cromossomos. Nesses pedaços de palitos de picolé deverão ser coladas as figuras que representam os alelos (Apêndice V). O professor poderá usar cola branca para colar os alelos nos palitos. Como esses pedaços de palitos irão representar os cromossomos com os alelos, eles devem ser pintados também. Os cromossomos que carregam o alelo “V” deverão ser pintados de laranja e os que carregam o alelo “v” deverão ser pintados de rosa. É recomendável pintar os palitos e deixar secar antes de colar as figuras que representam os alelos.

Observação: Deve haver 06 cromossomos com o alelo “V” e 09 com o alelo “v”.

- Pintar 08 palitos de picolé inteiros com tinta preta. Após a secagem da tinta, o professor deverá construir o quadrado de Punnet, utilizando os palitos e cola branca. A medida dos espaços entre os palitos de picolé é de 3,0 cm. Observação: cada grupo irá utilizar um quadrado de Punnet.
- No meio de cada espaço no quadrado de Punnet o professor deverá colar um palito de picolé e no meio desses palitos deverá colar um botão, como mostrado a seguir:



- As ervilhas (bolinhas de plástico) ficarão em cima dos botões;
- Para cada quadrado de Punnet, o professor deverá gastar 8 palitos de picolé;

- Colar os botões no quadrado de Punnett, como mostrado na figura acima;
- Pintar os botões (dois) com tinta azul, onde ficarão as ervilhas que irão se cruzar (genitores);
- Pintar os botões (quatro) com tinta vermelha, onde ficarão as ervilhas resultantes do cruzamento (prole).

Materiais para a montagem do kit: Cruzando a textura das sementes

- 08 bolinhas de plástico (as mesmas utilizadas para confeccionar: “cruzando as ervilhas de cor”);
- 06 botões brancos de roupa;
- 06 figuras recortadas dos alelos “R” (Apêndice V);
- 09 figuras recortadas dos alelos “r” (Apêndice V);
- 1 Cartão respostas (Apêndice V). Esse cartão é o mesmo para os dois tipos de cruzamento – cruzando as ervilhas de cor e cruzando a textura das sementes.
- Palitos de picolé para montar o quadrado de Punnet e para construir os cromossomos;
- 1 cartão problema.
- Tinta PVA (acrilex) azul para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) preta para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) vermelha para artesanato;
- Tinta PVA (acrilex) verde para artesanato.

Montagem do kit: Cruzando a textura das sementes

Para a montagem desse Kit, o professor deverá seguir os mesmos passos que foram descritos anteriormente (cruzando as ervilhas de cor), porém com algumas modificações:

- Pintar 08 bolinhas com tinta verde (pintar o interior das bolinhas);
- Fazer algumas estrias em 03 bolinhas como mostrado a seguir, utilizando uma cola especial de alto relevo, chamada ACRILEX, de cor verde – essas bolinhas representarão as sementes de ervilhas rugosas (ver figura a seguir).



- Nesse momento, o professor deverá utilizar as figuras dos alelos que foram impressas anteriormente.
- Cortar os palitos de picolé em pequenos pedaços de aproximadamente 2,0 centímetros cada (estes irão representar os cromossomos). Nesses pedaços de palitos de picolé deverão ser coladas as figuras que representam os alelos (Apêndice V). O professor poderá usar cola branca escolar para colar os alelos nos palitos. Como esses pedaços de palitos irão representar os cromossomos com os alelos, eles devem ser pintados também. Os cromossomos que carregam o alelo “R” deverão ser pintados de azul e os que carregam o alelo “r” deverão ser pintados de vermelho. Deve haver 06 cromossomos com o alelo “R” e 09 com o alelo “r”.
- Construir o quadrado de Punnet seguindo os mesmos passos que foram descritos anteriormente.

Observação: Deve-se montar a quantidade Kits suficientes para que toda a turma participe.

Apêndice V

Cartões problemas, cartão resposta e figuras dos alelos para confecção dos cromossomos para a atividade: “Cruzamento nos palitos”

CARTÃO PROBLEMA: CRUZANDO AS ERVILHAS DE COR.

Utilizando o kit que foi entregue, monte os cruzamentos a seguir:

1. Quando ocorre o cruzamento entre nós, $3/4$ dos nossos descendentes terão sementes amarelas e $1/4$ terão sementes verdes.
2. Sou uma planta que produz ervilhas amarelas. Quando cruzo com uma outra planta que produz ervilhas verdes, todos os nossos descendentes produzirão sementes amarelas como as minhas.
3. No cruzamento entre uma planta que produz sementes verdes e eu, a metade da prole terá meu fenótipo e a outra metade parecerá com a outra planta que cruzou comigo.

CARTÃO PROBLEMA: CRUZANDO A TEXTURA DAS SEMENTES.

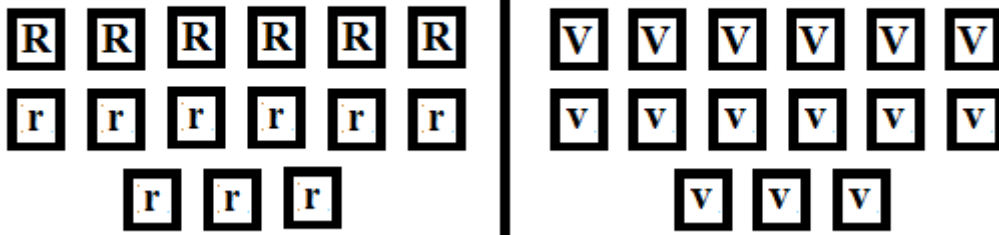
Utilizando o kit que foi entregue, monte os cruzamentos a seguir:

1. Quando ocorre o cruzamento entre nós, $3/4$ dos nossos descendentes terão sementes lisas e $1/4$ terão sementes rugosas.
2. Sou uma planta que produz ervilhas lisas. Quando cruzo com uma outra planta que produz ervilhas rugosas, todos os nossos descendentes produzirão sementes lisas como as minhas.
3. No cruzamento entre uma planta que produz sementes rugosas e eu, a metade da prole terá meu fenótipo e a outra metade parecerá com a planta que cruzou comigo.

CARTÃO RESPOSTAS: PROPORÇÃO FENOTÍPICA E GENOTÍPICA.

- | | |
|-------------|--|
| Pergunta 1: | Proporção fenotípica: _____
Proporção genotípica: _____ |
| Pergunta 2: | Proporção fenotípica: _____
Proporção genotípica: _____ |
| Pergunta 3: | Proporção fenotípica: _____
Proporção genotípica: _____ |

Alelos que serão utilizados na atividade: "cruzamento nos palitos".



Apêndice VI

Lista de materiais para a confecção da atividade: “Heredograma na mesa”

Materiais:

- 03 tabuleiros, que deverão ser impressos, com os casos: fibrose cística, fenilcetonúria ou albinismo (Apêndice VIII).

Observação: O professor deverá colar as figuras que representam os tabuleiros dos heredogramas em papel cartão. O papel cartão servirá como base para deixar os tabuleiros mais duros.

- 01 dado de seis faces;
- Conjuntos de peças que representam os indivíduos do heredograma e os alelos que deverão ser colocados nesses indivíduos (Apêndice IX);
- Cartões problemas (Apêndice VII);
- Cartão solução do professor (Apêndice VII) que contém a resolução de todos os casos do jogo.

Apêndice VII

Cartões problemas e cartões solução, relacionados a atividade: “Heredograma na mesa”

A fibrose cística é uma doença genética, hereditária, autossômica e recessiva. Sua principal característica é o acúmulo de secreções mais densas e pegajosas nos pulmões, no trato digestório e em outras áreas do corpo. Paulo e Cíntia são casados e têm dois filhos homens: Henrique, de 7 anos, e Pedro, que tem apenas 2 anos.

O casal é normal, porém, Pedro apresenta a doença, já Henrique é normal. Os pais de Paulo são heterozigotos para essa característica. A mãe de Cíntia é portadora da doença, já o pai, é normal.

- Elabore o heredograma da família.
- O casal está planejando ter outro filho. Então, qual a probabilidade de esse casal ter mais uma criança doente na próxima gestação?



A Fenilcetonúria é uma doença hereditária transmitida por herança autossômica de um par de alelos, na qual a pessoa nasce sem a capacidade de metabolizar adequadamente o aminoácido fenilalanina, levando ao acúmulo desse aminoácido nos líquidos corporais, podendo causar graves e irreversíveis problemas no sistema nervoso. João, heterozigoto para essa característica, é casado com Rita que apresenta a doença. O casal tem três filhos: dois homens e uma mulher. Os meninos apresentam a doença, já a menina é normal. Os avós maternos são normais, sendo o avô homozigoto e a avó heterozigota, já os avós paternos são heterozigotos.

- Elabore o heredograma da família.
- Rita e João estão planejando outra gravidez. Então, qual a probabilidade de esse casal ter outra criança normal na próxima gestação?



Ricardo e Júlia possuem fenótipo normal para a cor da pele. O casal possui três filhos: duas meninas e um menino. As duas filhas são normais e o filho é albino. A mãe de Ricardo é albina. Mas, seu pai, homozigoto, apresenta o fenótipo para a cor da pele normal. O pai de Júlia é albino, porém, a mãe é heterozigota para essa característica.

- Elabore o heredograma da família.
- O albinismo é uma anomalia dominante ou recessiva?
- Qual a chance de o casal ter mais uma criança albina na próxima gestação?

Observação: As figuras acima representam os cartões problemas. Para cada grupo o professor deverá imprimir um conjunto.

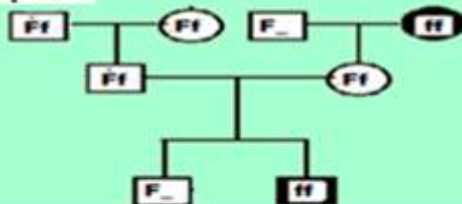
A fibrose cística é uma doença genética, hereditária, autossômica e recessiva. Sua principal característica é o acúmulo de secreções mais densas e pegajosas nos pulmões, no trato digestório e em outras áreas do corpo. Paulo e Cíntia são casados e têm dois filhos homens: Henrique, de 7 anos, e Pedro, que tem apenas 2 anos.

O casal é normal, porém, Pedro apresenta a doença, já Henrique é normal. Os pais de Paulo são heterozigotos para essa característica. A mãe de Cíntia é portadora da doença, já o pai, é normal.

- Elabore o heredograma da família.
- O casal está planejando ter outro filho. Então, qual a probabilidade de esse casal ter mais uma criança doente na próxima gestação?

Respostas:

a.



b. A probabilidade do casal ter mais uma criança doente na próxima gestação é de 1/4 ou 25%.

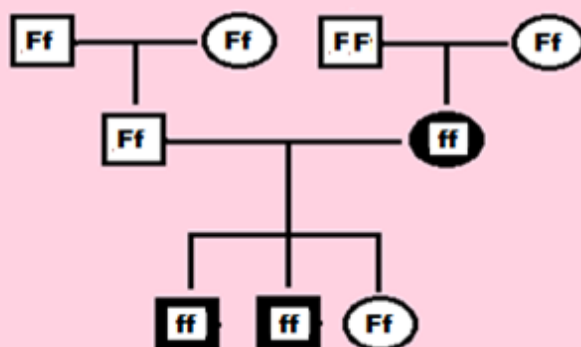


A Fenilcetonúria é uma doença hereditária transmitida por herança autossômica de um par de alelos, na qual a pessoa nasce sem a capacidade de metabolizar adequadamente o aminoácido fenilalanina, levando ao acúmulo desse aminoácido nos líquidos corporais, podendo causar graves e irreversíveis problemas no sistema nervoso. João, heterozigoto para essa característica, é casado com Rita que apresenta a doença. O casal tem três filhos: dois homens e uma mulher. Os meninos apresentam a doença, já a menina é normal. Os avós maternos são normais, sendo o avô homozigoto e a avó heterozigota, já os avós paternos são heterozigotos.

- Elabore o heredograma da família.
- Rita e João estão planejando outra gravidez. Então, qual a probabilidade de esse casal ter outra criança normal na próxima gestação?

Respostas:

a.

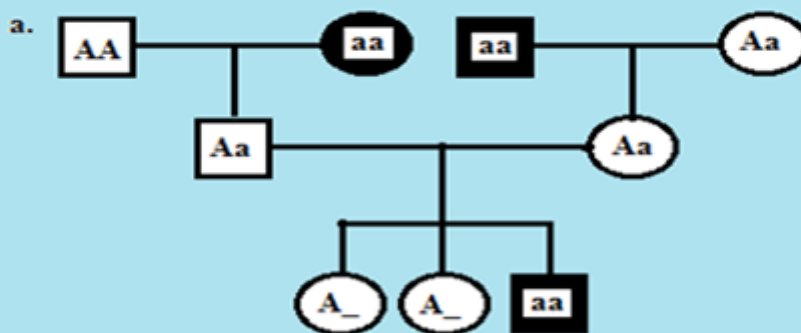


b. 1/2 ou 50 %

Ricardo e Júlia possuem fenótipo normal para a cor da pele. O casal possui três filhos: duas meninas e um menino. As duas filhas são normais e o filho é albino. A mãe de Ricardo é albina. Mas, seu pai, homocigoto, apresenta o fenótipo para a cor da pele normal. O pai de Júlia é albino, porém, a mãe é heterocigota para essa característica.

- Elabore o heredograma da família.
- O albinismo é uma anomalia dominante ou recessiva?
- Qual a chance de o casal ter mais uma criança albina na próxima gestação?

Respostas:



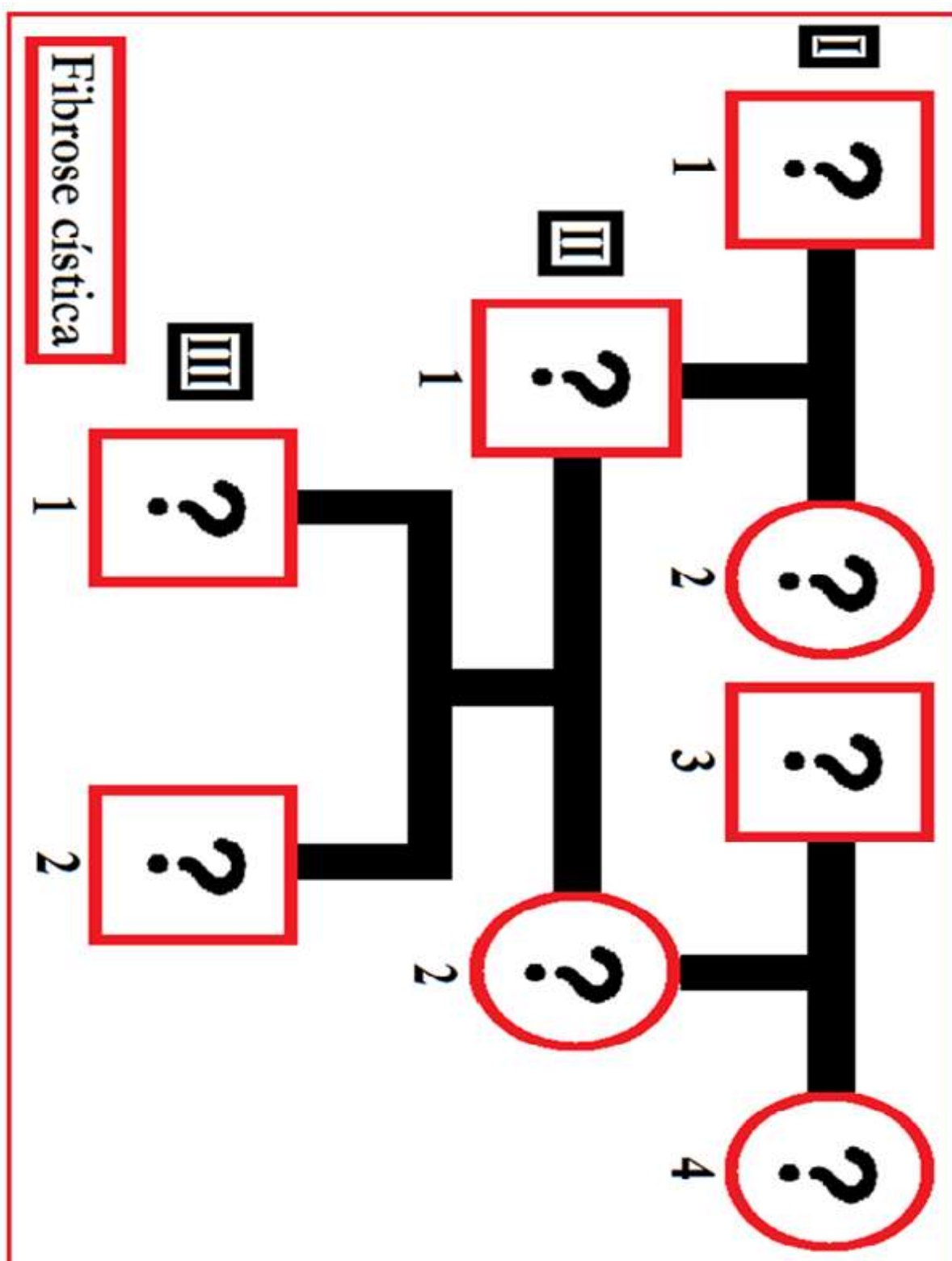
b. Por alelos recessivos.

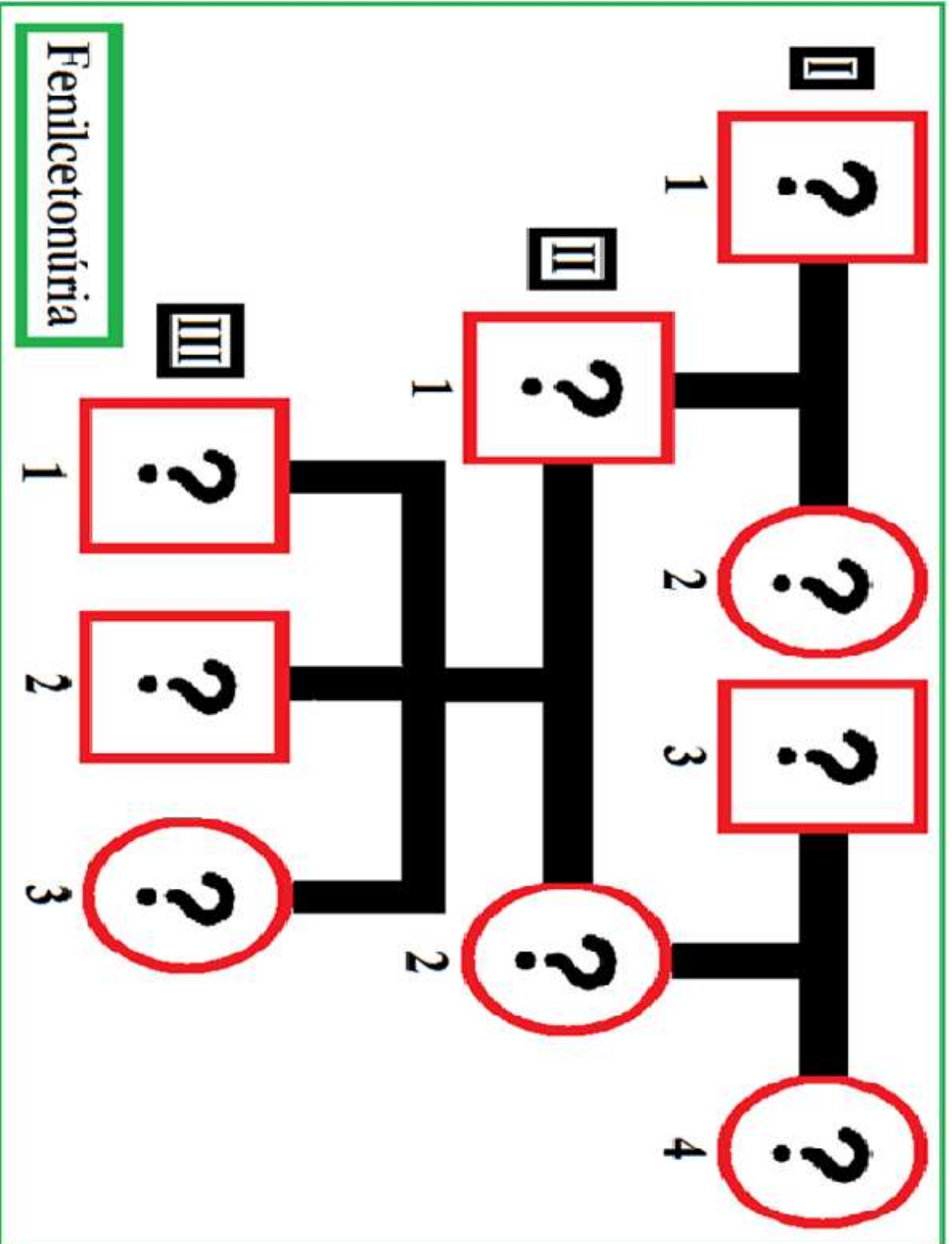
c. 1/4 ou 25%.

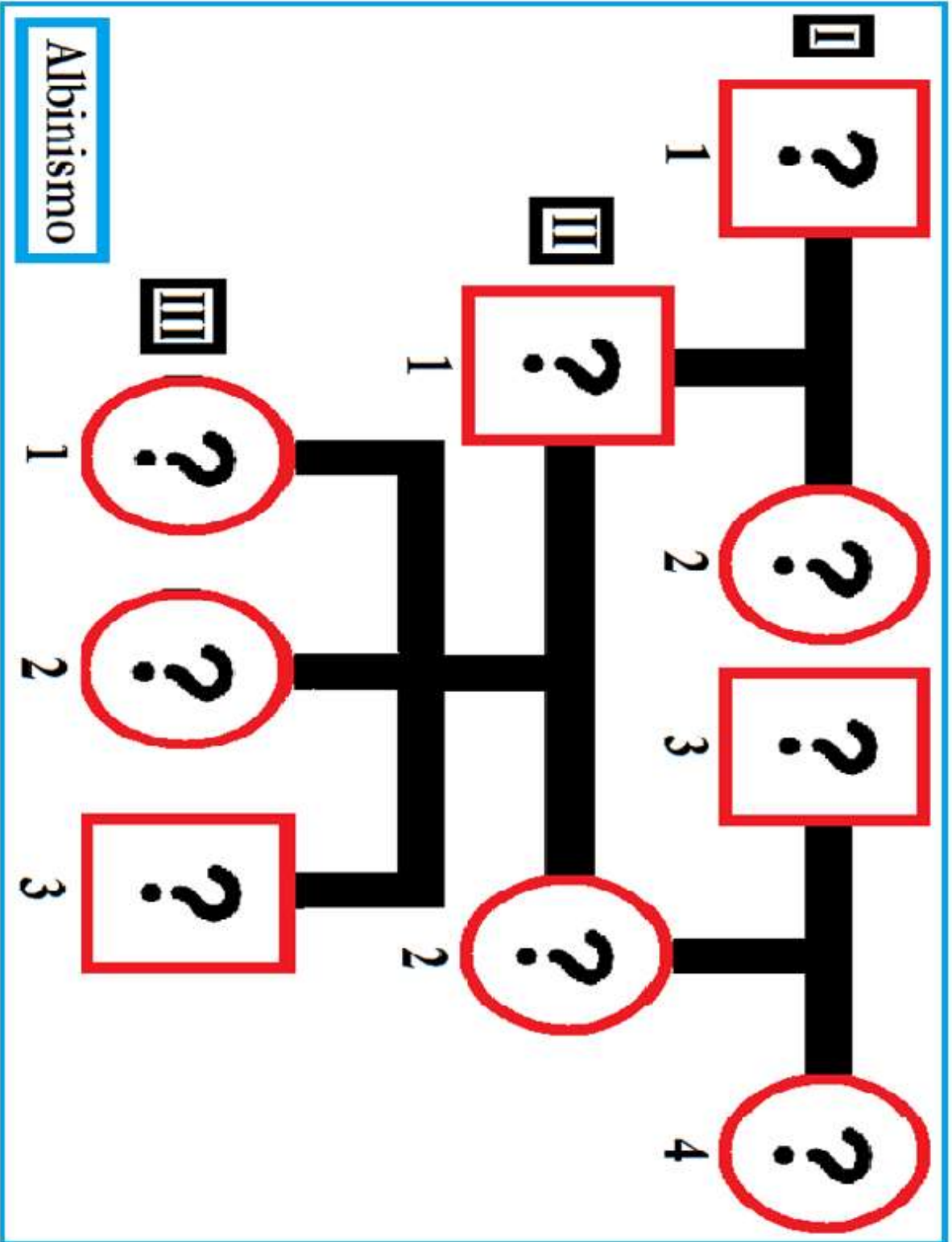
Observação: As figuras acima representam os cartões solução. O professor deverá imprimir apenas um conjunto para se orientar durante a atividade.

Apêndice VIII

Tabuleiros relacionados à atividade: “Heredograma na mesa”







Observação: As figuras acima, que representam os indivíduos dos heredogramas e os alelos deverão ser impressas de acordo com a quantidade de grupos: imprimir um conjunto para cada grupo.

Apêndice X

Sugestões de respostas para ajudar o professor a guiar os estudantes durante o desenvolvimento da atividade: “O enigma do camundongo amarelo”.

Roteiro para o professor

Primeira pergunta: O professor deverá dar um tempo de aproximadamente 5 minutos para que os alunos possam responder à questão. Nela, eles deverão propor hipóteses para o aparecimento do novo fenótipo (pelagem amarela) na população.

Segunda pergunta: O professor deverá dar um tempo de 5 minutos para os estudantes responderem a essa questão. É importante que eles reflitam e cheguem à conclusão de que fazer o cruzamento entre os camundongos será “o caminho” para constatar que o surgimento do camundongo amarelo é devido a uma causa genética. Se eles não conseguirem chegar a essa conclusão, o professor deverá estimulá-los a refletir para chegarem ao resultado esperado.

Terceira pergunta: Espera-se que nessa pergunta os estudantes cheguem à conclusão de que o cruzamento deverá ocorrer entre o camundongo amarelo e o acinzentado. Se os alunos não conseguirem chegar a essa conclusão, o professor deverá interagir com eles a fim de promover uma reflexão para que eles consigam encontrá-la.

Quarta pergunta: O professor deverá apenas informar a quantidade de indivíduos amarelos e acinzentados da prole. Por exemplo, se os alunos disserem que o número de indivíduos da prole é 10, o professor deverá dizer assim: nasceram 5 camundongos amarelos e 5 acinzentados. O importante é que o professor saiba dizer a proporção fenotípica corretamente. Nesse tipo de cruzamento, camundongo amarelo com camundongo acinzentado, a proporção fenotípica sempre será de 1:1.

Quinta pergunta: Agora os alunos deverão analisar o resultado do cruzamento e observar que nele surgiram camundongos amarelos e acinzentados na mesma

proporção: 1:1. Eles deverão compreender que se o fenótipo – camundongo amarelo – apareceu na prole, é perceptível que o surgimento do novo fenótipo ocorreu devido a uma causa genética. Dessa forma, o professor deverá conduzir a reflexão para que os alunos consigam chegar a essa conclusão.

Sexta pergunta: Nessa pergunta, os alunos deverão compreender que realizar um cruzamento teste será necessário para verificar se o camundongo amarelo é homocigoto ou heterocigoto. Para isso, eles deverão cruzar esse camundongo com um camundongo acinzentado, pois este é recessivo. O resultado mostrará novamente a proporção de 1:1.

Sétima pergunta: Nessa questão os alunos deverão informar o número de descendentes da prole e, a partir desse resultado, o professor deverá calcular a proporção fenotípica desses descendentes e citá-la para os estudantes (lembrando que em cada ninhada de camundongos pode ter até 18 indivíduos).

Observação: De acordo com a primeira lei de Mendel, no cruzamento entre dois indivíduos heterocigotos (com dominância entre os alelos), a proporção fenotípica é de 3:1. Entretanto, como é um caso de alelos codominantes letais, essa proporção será diferente, pois o homocigoto dominante morre antes de nascer. Portanto, a proporção fenotípica será de 2:1. Por exemplo, se os estudantes disserem que nasceram 12 indivíduos, o professor deverá fazer o cálculo e falar a proporção fenotípica, que nesse caso será de 8 camundongos amarelos para 4 camundongos acinzentados.

Oitava pergunta: Os alunos deverão observar que em todos os cruzamentos que os grupos realizaram a proporção fenotípica foi de 2:1, diferentemente dos resultados que Mendel encontrou ao cruzar dois heterocigotos (considerando a dominância entre os alelos).

Nona pergunta: Nessa pergunta, os estudantes deverão perceber que algo está acontecendo com a prole, pois ocorre uma diferença na proporção fenotípica. Então, o professor deverá pedir para que eles levantem hipóteses para essa pergunta. Após

os grupos escreverem as suas hipóteses, o professor deverá verificar se algum grupo chegou à conclusão de que os camundongos amarelos homozigotos dominantes não existem na prole, pois morrem antes de nascer. Se, por acaso, os alunos não conseguirem chegar a esse raciocínio, o professor deverá retornar a cada pergunta realizada no desenvolvimento da atividade, fazer uma reflexão com eles e explicar o que ocorre nesse tipo de cruzamento.

ANEXOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Anexo I

OS GENES VIRARAM VERSOS, HERANÇA SE FEZ POESIA

Visando divulgação
da dominância completa,
eu, professor e poeta,
busquei muita inspiração.

Na plena segregação
de cada alelo que havia,
vi que, na minha utopia,
cheia de sonhos dispersos,
os genes viraram versos,
herança se fez poesia.

Em toda população,
tendo genes como meta,
o professor e poeta
vê muita variação.
Usando, na explicação,
linguagem do dia a dia
ao falar de epistasia,
sem conceitos controversos,
os genes viraram versos
herança se fez poesia.

Estando de saco cheio
de métodos triviais,
procurei opcionais
para ensinar com ponteio.
No poema, vi um meio
de incutir filosofia
na Genética tão fria,
por motivos tão transversos,
os genes viraram versos,
herança se fez poesia.

Autor: Marcos Medeiros

6.2 Análise da Sequência Didática

Antes de apresentar a análise da SD, é pertinente descrever as características da cidade e escola em que o produto foi aplicado e que contou com estudantes participando de sua avaliação.

A cidade é sede da Universidade de Itaúna (UIT) e também de uma conceituada instituição de ensino que oferece diversos cursos técnicos, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI. A população de Itaúna registrada no último censo (2010) era de 85.463 pessoas. A densidade demográfica nesse mesmo ano era de 172,38 hab/km². Em 2018 o município apresentava 34 escolas de ensino fundamental e 15 escolas que oferecia o ensino médio (IBGE, 2018).

O Índice de Desenvolvimento do Ensino Básico (IDEB) dos anos finais do ensino fundamental (rede pública) de Itaúna em 2017 foi de 5,1 em uma escala de 0 a 10. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em 2010 foi de 0,758 em uma escala de 0,000 até 1 (0 a 1). A área da unidade territorial, de acordo com os dados de 2019, é de 495,769 km² (IBGE, 2018).

Participaram voluntariamente dessa pesquisa 32 estudantes de duas turmas do 3º ano do ensino médio, do turno matutino, da Escola Estadual Professora Geralda Magela Leão de Melo, com idades entre 17 e 19 anos, regularmente matriculados na escola.

O IDEB de 2017 nos anos finais do ensino fundamental da escola foi de 5,3. Esse índice cresceu, atingindo a meta, porém, não chegou a alcançar 6,0. Assim, a equipe escolar está desenvolvendo várias práticas pedagógicas no intuito de melhorar o processo educacional da escola. Dessa forma, espera-se que a SD construída possa ser mais um instrumento pedagógico capaz de ajudar a melhorar a aprendizagem na escola.

A princípio, a SD seria aplicada a alunos que estavam cursando o terceiro ano do ensino médio em 2019. Ela também seria empregada em outras turmas do terceiro ano em 2020. No entanto, a pesquisa foi submetida para a avaliação do CEP no dia 02 de outubro de 2019, tendo o parecer liberado no dia 25 do mesmo mês. Logo, até ocorrer a entrega dos documentos (termos de assentimento) que deveriam ser assinados pelos alunos e pelos responsáveis, e a sua devolutiva, gastou-se um tempo considerável.

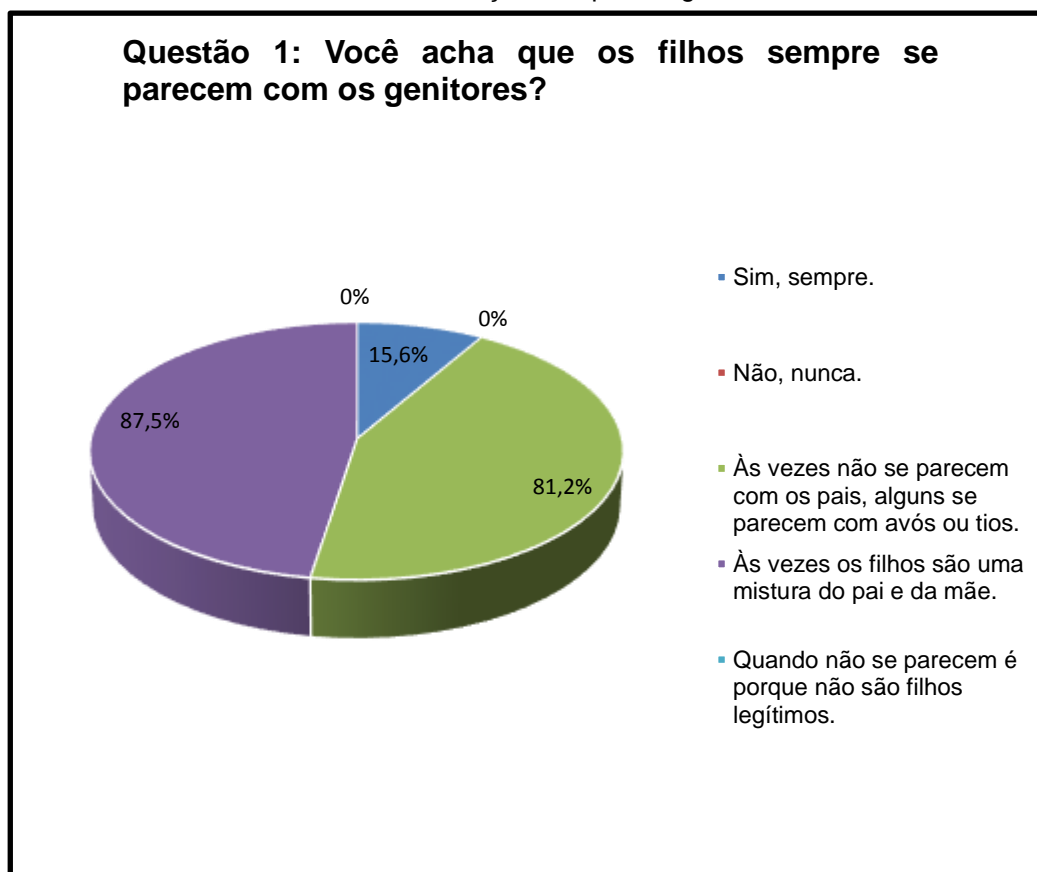
Além disso, nesse período do ano, os alunos participam de avaliações finais e de recuperações, dificultando ainda mais o desenvolvimento do trabalho. Ademais, é nesse período que ocorrem também muitas avaliações externas, como vestibulares e provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Infelizmente, muitos alunos, especificamente os estudantes do terceiro ano do ensino médio, ao terminarem de realizar as avaliações internas, deixam de frequentar a escola. Portanto, por todos esses motivos, a aplicação da SD no ano de 2019 ficou comprometida, não sendo possível ocorrer.

No início do ano letivo em 2020, os termos de assentimento foram entregues aos alunos e recolhidos. A partir daí a SD começou a ser aplicada em duas turmas do terceiro ano do ensino médio. Conseguimos trabalhar o primeiro momento da SD, porém, com a pandemia provocada pela Covid-19, as aulas foram suspensas e, mais uma vez, a aplicação da SD ficou comprometida. No entanto, esse primeiro momento da SD, onde foi possível a participação dos estudantes, foi muito importante para a minha análise.

6.2.1 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos evidenciados pelo questionário pré-teste

Os estudantes responderam a um questionário inicial – pré-teste antes que a aplicação da sequência didática fosse iniciada. Esse retorno serviu para averiguar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao assunto que foi trabalhado durante o desenvolvimento da SD. Foram utilizados gráficos para mostrar os resultados referentes a esses questionários. Em todas as questões os alunos tiveram a oportunidade de marcar mais de uma alternativa, uma vez que algumas alternativas não eram necessariamente excludentes. Portanto, a somatória do percentual das respostas dadas por eles poderá ser maior do que cem por cento (100%).

Gráfico 1 – Semelhança entre prole e genitores.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com o GRÁFICO 1 (questão 01 do questionário), observa-se que a maioria dos alunos (87,5%) acha que os (as) filhos (as) são uma mistura do pai e da mãe. 81,2% acham também que, às vezes, os filhos podem não se parecer com os pais, mas sim com outros parentes próximos, como tios e avós. Por último, 15,6% disseram que se os filhos (as) não se parecem com os pais é porque não são filhos legítimos.

Ao analisar essa questão, percebi que a maior parte desses alunos (87,5%) acredita que os filhos herdam as características dos seus pais por um processo de “mistura”. Porém, como a pergunta não estava especificando qual seria o tipo de mistura, não foi possível analisar a questão de maneira minuciosa.

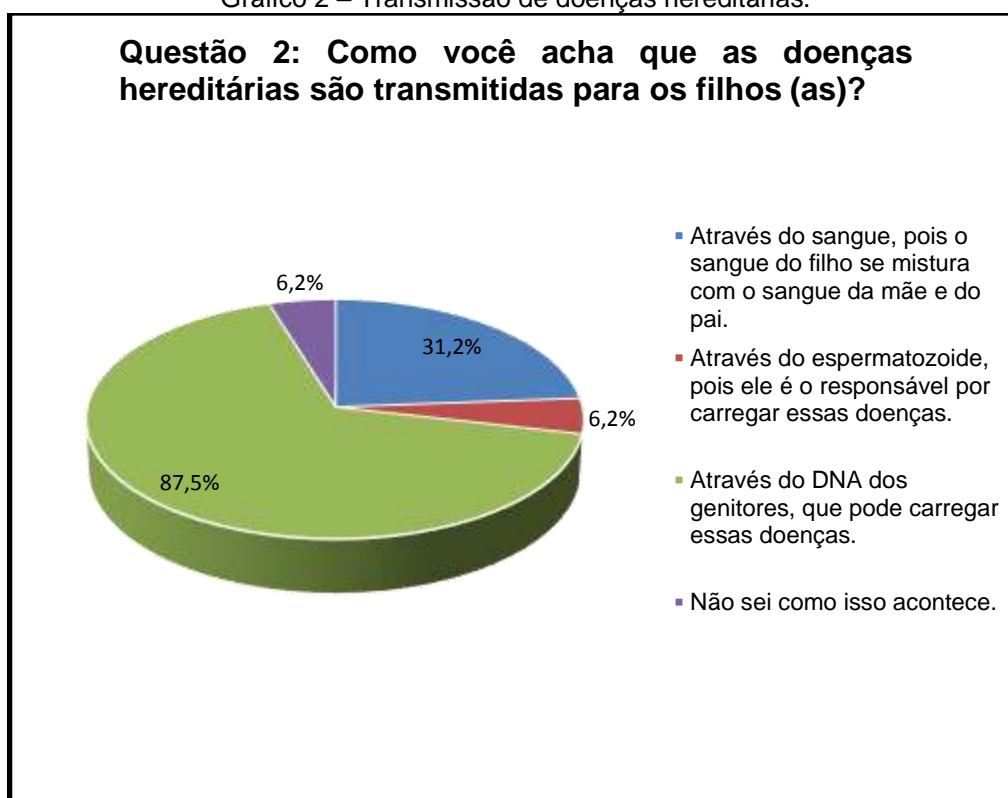
Amaral (2015) realizou uma pesquisa sobre o estudo da hereditariedade numa perspectiva histórico-filosófico. Nesse trabalho, a autora versou sobre os experimentos de Mendel, enfatizando também as possíveis contribuições dos seus trabalhos para o estudo e a compreensão dos processos alusivos à transmissão das características hereditárias. Ela mostrou também como os trabalhos de Mendel são

abordados nos livros didáticos de Ciências. Para realizar a pesquisa, a autora construiu e desenvolveu uma SD tendo como participantes alunos do oitavo ano do ensino fundamental.

Amaral (2015) constatou que esses estudantes também possuíam conceitos sobre a hereditariedade parecidos com os encontrados neste estudo. Através das respostas que os discentes deram durante as atividades, a autora encontrou algumas vezes a ideia de mistura presente na concepção dos alunos.

O GRÁFICO 02 está relacionado à transmissão das doenças hereditárias entre genitores e filhos (as), ou seja, à questão 02 do questionário.

Gráfico 2 – Transmissão de doenças hereditárias.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

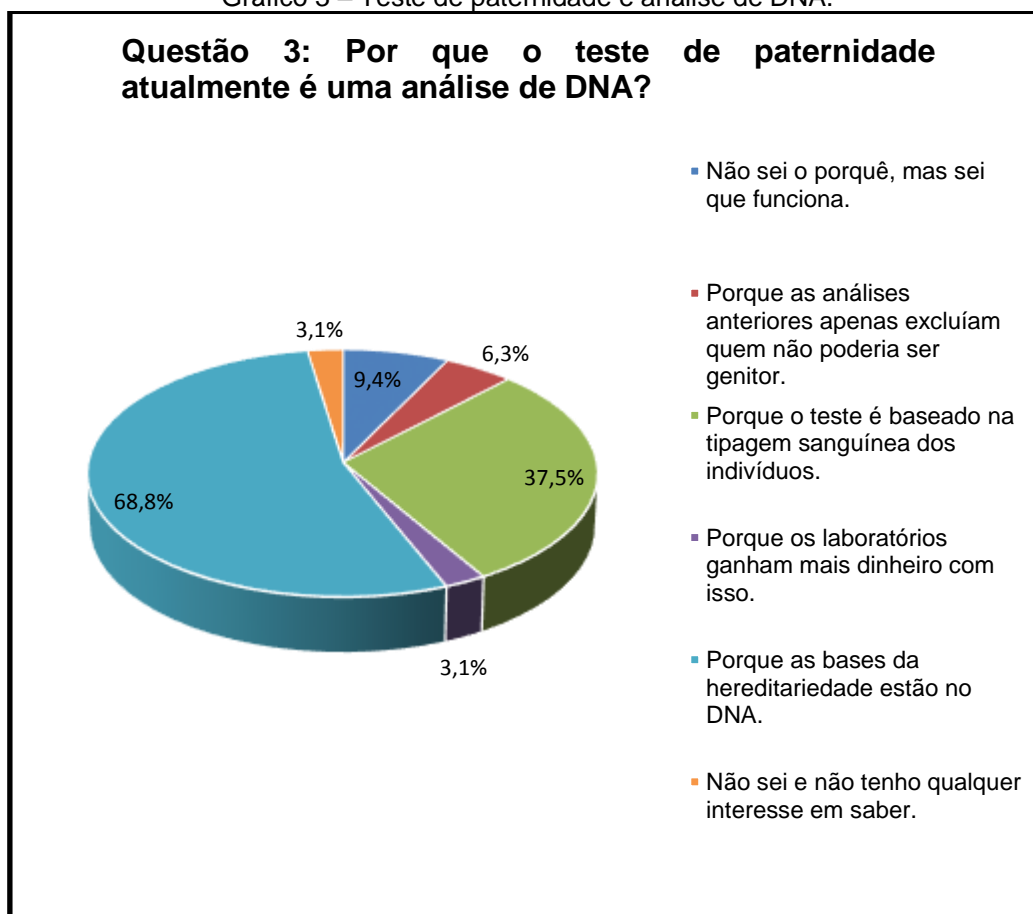
De acordo com o GRÁFICO 02, a maioria dos estudantes (87,5%) acha que as doenças hereditárias são transmitidas através do ácido desoxirribonucleico (ADN) ou DNA, em inglês: *deoxyribonucleic acid*, dos genitores. Esses dados mostram que esses alunos têm noção de que o material genético é responsável pela hereditariedade, alcançando ao menos parcialmente o que é preconizado pelo CBC de Biologia da SEE de Minas Gerais, ao orientar que os alunos prestes a concluir o ensino médio sejam capazes de entender e empregar alguns conceitos biológicos,

como, por exemplo, reconhecer as estruturas responsáveis pela transmissão das características hereditárias dos seres vivos entre as gerações (MINAS GERAIS, 2007).

Entretanto, observando as outras respostas dadas pelos alunos a essa questão, é possível observar que uma parcela considerável desses discentes (31,2%) respondeu que as doenças hereditárias podem ser transmitidas através do sangue, ou seja, acha que ocorre uma “mistura” entre o sangue dos genitores para gerar o filho, remetendo novamente ao conceito de mistura encontrado na questão anterior. 6,2% acham que as doenças hereditárias são transmitidas através do espermatozoide e, por fim, 6,2% não sabem como isso ocorre.

O GRÁFICO 03 está relacionado com a análise do teste de paternidade (questão 03 do questionário).

Gráfico 3 – Teste de paternidade e análise de DNA.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Observando o gráfico acima é possível perceber que, embora a maioria dos estudantes (68,8%) tenha respondido que o teste de paternidade está relacionado

com as bases hereditárias presentes no DNA, uma parcela considerável (37,5%) acha também que o teste é baseado na tipagem sanguínea dos indivíduos.

No decorrer de minha prática docente percebo que grande parte dos alunos sabe que o DNA apresenta relação com a hereditariedade, uma vez que o teste de DNA para acusar quem são os pais biológicos de uma criança é bastante difundido nos meios de comunicação, como por exemplo em novelas e filmes. Então, durante as aulas de Biologia, especificamente nas aulas de genética e de sexualidade, os alunos sempre questionam sobre isso. Inclusive, por diversas vezes durante meus anos de docência, estudantes manifestaram a crença de que a fertilidade seria maior durante o período menstrual, ocasião em que seria facilitada a mistura do sangue materno com o sêmen.

Silva, Viana e Justina (2016) realizaram um estudo muito interessante, onde pesquisaram sobre a abordagem histórica no ensino de Biologia, tendo o DNA como tema. Elas buscaram analisar o desenvolvimento de um módulo didático para trabalhar com esse tópico, sob o ponto de vista do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Durante o desenvolvimento do trabalho, ao perguntar se os estudantes conheciam alguma tecnologia desenvolvida a partir dos estudos do DNA, relataram que obviamente a maior parte dos alunos já tinha ouvido falar sobre o teste de paternidade, inclusive, segundo as autoras, esses alunos o chamam de teste de DNA.

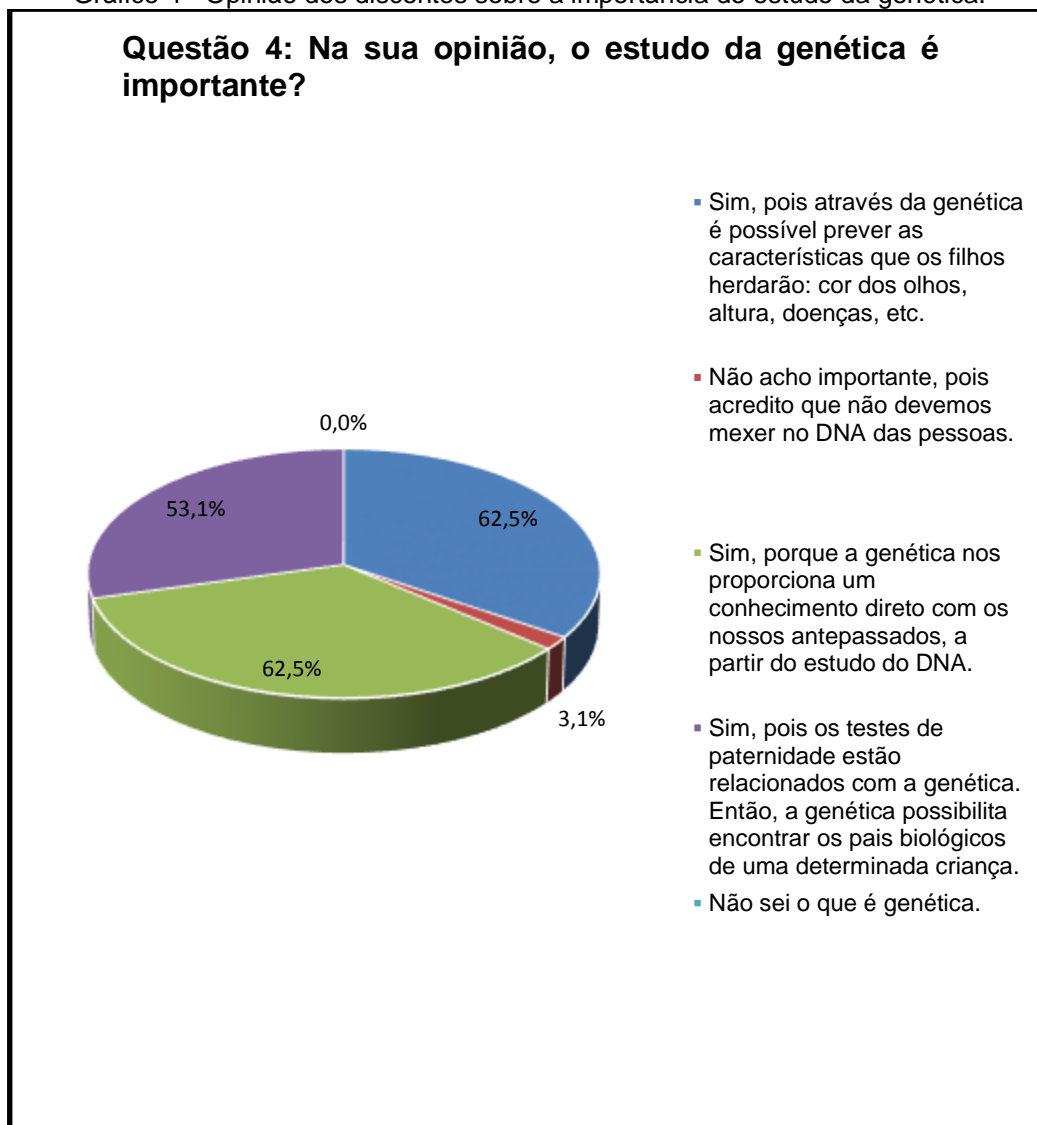
Logo, eu já esperava que a maioria iria marcar a alternativa que retrata sobre a relação das bases hereditárias com o DNA. Contudo, como foi mostrado acima, grande parte dos alunos (37,5%) respondeu que o teste de paternidade é baseado na tipagem sanguínea dos indivíduos. A propósito, conforme Duz (2007), antes da década de 80, a tipagem dos grupos sanguíneos era utilizada na investigação de paternidade. No entanto, esses métodos eram relativamente limitados, tendo apenas a capacidade de descartar um possível genitor.

Nas aulas sobre sistema ABO, que ocorrem normalmente nas séries finais do ensino fundamental, eu procuro abordar esse tema, trabalhando com cruzamentos, utilizando, inclusive, o quadrado de Punnet para realizá-los. Como esse conteúdo está relacionado com a primeira lei de Mendel, nos livros didáticos podemos encontrar várias atividades referentes a esse tópico, como questões que retratam sobre os seguintes assuntos: troca de bebês em maternidades e casos de paternidade

duvidosa (exclusão de paternidade). Conseqüentemente, por terem possivelmente visto isso em algum momento de suas vidas e não terem clareza sobre o procedimento, alguns estudantes marcaram essa opção.

O GRÁFICO 04 está relacionado à importância do estudo da genética na opinião dos discentes.

Gráfico 4 - Opinião dos discentes sobre a importância do estudo da genética.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

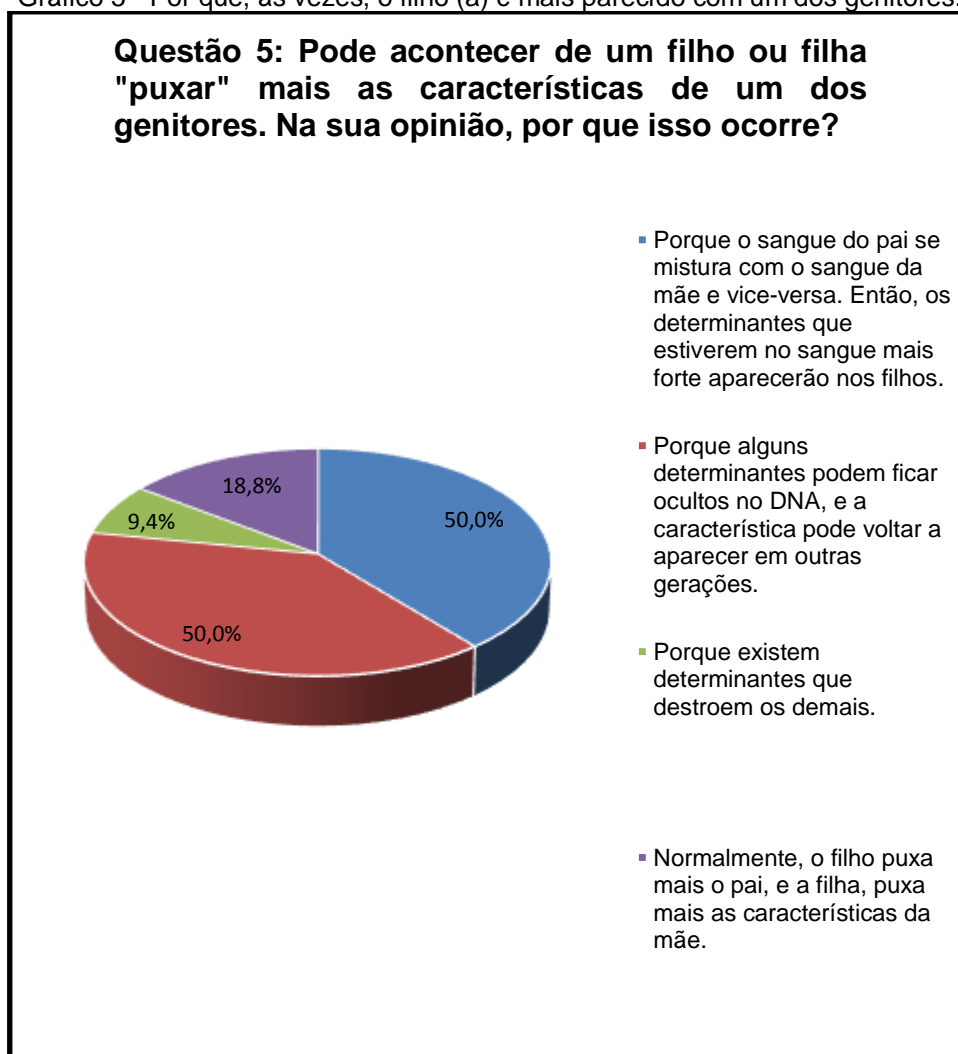
O GRÁFICO 4 mostra que a maioria dos estudantes acha importante o estudo da genética, pois 62,5% responderam que ele possibilita prever características que podem ser herdadas pelos filhos. 62,5% responderam que a genética proporciona conhecer melhor os nossos antepassados, através do estudo do DNA; e 53,1% responderam que através dos testes de paternidade é possível encontrar os pais

biológicos de uma criança. Apenas 3,1% respondeu que não acha importante o estudo da genética.

Embora esses alunos tenham assinalado alternativas pertinentes a importância do estudo da genética, Leal; Meirelles e Rôças (2019), descrevem que mesmo que muitos conhecimentos relacionados a genética estejam presentes no cotidiano dos alunos, a sua importância não é tão evidente para eles, pois muitos desses estudantes, não conseguem perceber a genética como um conteúdo que vai além do âmbito escolar.

A seguir está o gráfico que demonstra a pergunta sobre o porquê de, às vezes, o (a) filho (a) ser mais parecido (a) com um dos genitores (questão 5 do questionário).

Gráfico 5 - Por que, às vezes, o filho (a) é mais parecido com um dos genitores.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com o GRÁFICO 5, observa-se que 50,0% dos estudantes consideram que os determinantes podem ficar ocultos no DNA, fazendo com que as características venham a aparecer em outras gerações. Na mesma proporção (50,0%), acham que os sangues se misturam e o determinante que estiver no sangue mais forte irá aparecer nos filhos.

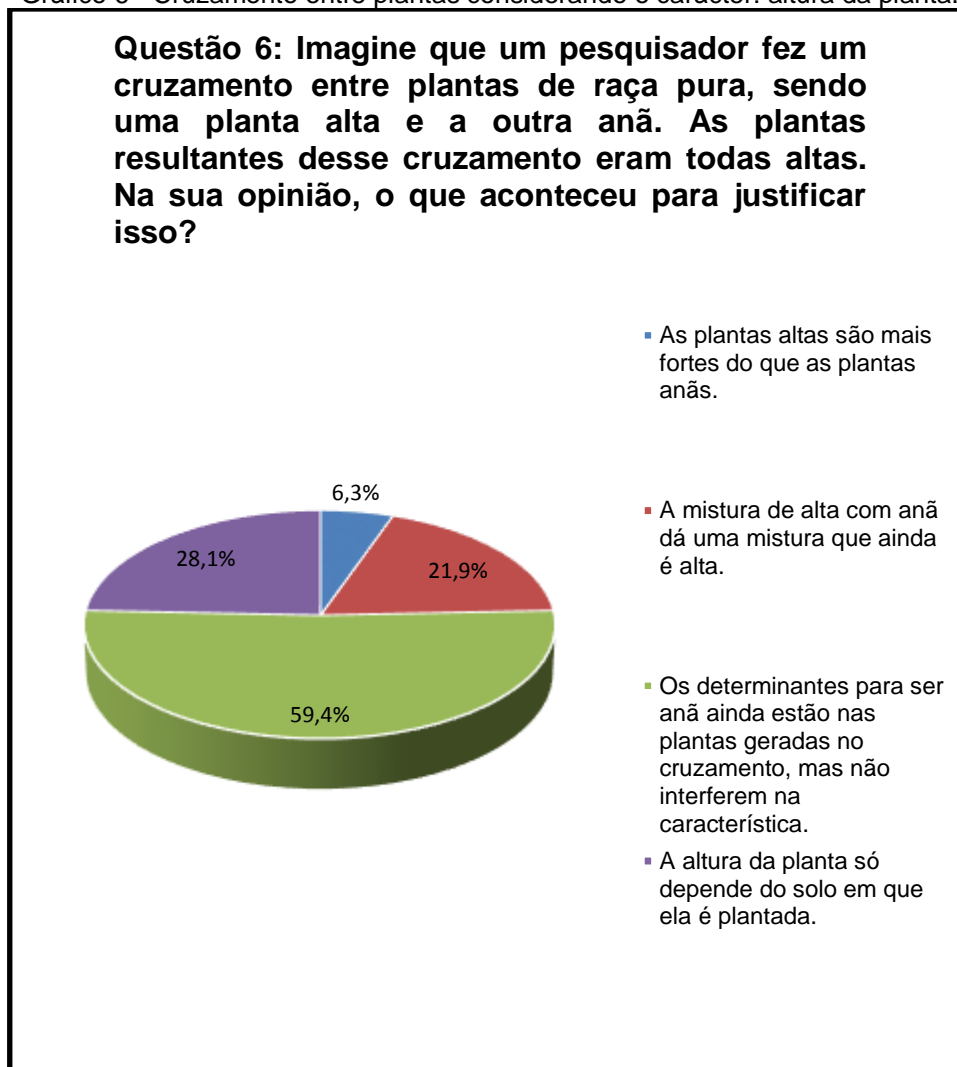
Alguns estudantes podem ter ficado confusos ao responder essa questão. Aliás, na primeira alternativa pode-se encontrar os termos “sangue” e “mistura”, conceitos que foram apresentados em perguntas anteriores (questões 02 e 03). Logo, é possível que alguns desses estudantes, ao se depararem novamente com essas palavras, ficaram confusos e marcaram essa opção. Entretanto, alguns podem ter escolhido marcar essa alternativa pela ideia equivocada da “mistura”.

Essa possibilidade de optar conscientemente pela herança por mistura é defendida por Justina (2001), que considera que o conceito da “teoria da mistura” ainda permanece como verdade para algumas pessoas. A ideia de herança particulada proposta por Mendel continua, portanto, bastante contraintuitiva, possivelmente em função da complexidade da herança multifatorial, que muitas vezes apresenta na prole fenótipos intermediários aos fenótipos dos genitores.

A concepção de “mistura” era a teoria mais aceita no século XIX para explicar a hereditariedade. De acordo com ela, as características encontradas nos descendentes se apresentariam de forma intermediária das encontradas nos genitores, pois no momento da fecundação as forças que determinavam as características dos genitores se combinavam e eram transmitidas aos descendentes (VENTURIERI; ROSA, 2010).

O gráfico a seguir está relacionado ao cruzamento entre plantas, considerando apenas um carácter: altura da planta (questão 6 do questionário).

Gráfico 6 - Cruzamento entre plantas considerando o carácter: altura da planta.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com o gráfico acima, a maioria dos alunos (59,4%) respondeu que os determinantes para ser anã ficam “escondidos” nos descendentes, não interferindo na característica fenotípica. Apesar de ainda não ter sido apresentado o conceito de recessividade aos alunos, alguns deles assinalaram essa alternativa, que está relacionada a isso. Entretanto, ao analisar minuciosamente essa questão, percebe-se que essa alternativa ficou mais explicativa, podendo, então, ter influenciado a escolha de alguns estudantes. 28,1% acham que a altura da planta está relacionada com o solo onde ela foi plantada. Suponho que os estudantes que assinalaram essa opção o fizeram por acreditar que a qualidade do solo, especificamente os nutrientes contidos nele, foram fatores determinantes para o desenvolvimento dessas plantas.

21,9% responderam que ocorre uma mistura entre planta alta e anã e, mesmo assim, surgem plantas altas. Por fim, 6,3% acham que as plantas altas são mais fortes

do que as mães. Ao analisar essas respostas, é possível perceber que alguns alunos apresentaram novamente a ideia de que existem características mais fortes do que outras.

6.2.2 Resultados da aplicação parcial e expectativas para as demais atividades não realizadas.

No início da SD - primeiro momento - foram feitas duas perguntas para os discentes. A primeira estava relacionada ao porquê de os descendentes serem parecidos com os pais; já a segunda indagava se eles conheciam alguma doença hereditária. Nesse instante, a classe já estava dividida em grupos.

No quadro a seguir estão as respostas que os grupos deram para a primeira pergunta:

Quadro 2 – Respostas que os alunos deram a primeira pergunta, no primeiro momento da SD.

Pergunta 1: Na sua opinião, por que os filhos são parecidos com os genitores?	
<u>Grupos</u>	<u>Respostas</u>
1	<i>“Pela genética compartilhada através do DNA por meio dos espermatozoides em contato com os óvulos (sic)”.</i>
2	<i>“Por causa da genética (DNA) (sic)”.</i>
3	<i>“Por causa dos cromossomos X e Y que lavaram a genética dos filhos (sic)”.</i>
4	<i>“Por causa dos cromossomos dos pais que se misturaram junto a seus DNA que formaram a genética do filho (sic)”.</i>
5	<i>“Por causa da herança genética (sic)”.</i>
6	<i>“Mistura de moléculas de DNA (sic)”.</i>
7	<i>“Porque eles compartilham do mesmo DNA (sic)”.</i>
8	<i>“Os DNA´s se misturam e quando a criança nasce ela contém as características de ambos (sic)”.</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Fazendo uma análise das respostas elaboradas pelos alunos, foi possível verificar que estão condizentes com o que eles responderam no questionário pré-teste, mostrando mais uma vez que eles têm a percepção de que as características hereditárias são transmitidas através do material genético (DNA) dos genitores. Além disso, alguns estudantes colocaram que é “por causa da genética”, mostrando que, de alguma forma, eles entendem que a genética está relacionada com a transmissão dessas características.

Como descrito anteriormente, no ensino fundamental são trabalhados conceitos sobre hereditariedade, como noções sobre a 1ª lei de Mendel e tipagem sanguínea. Por isso, presumo que esses alunos já tiveram contato com alguns conceitos relacionados à transmissão de características entre os seres vivos.

Silva e Silva (2020) realizaram um estudo com alunos do 9º ano do ensino fundamental e verificaram que a maioria desses alunos, mesmo sem saber fazer a relação das suas concepções, utilizando linguagem e conceitos científicos, manifestou opiniões corretas em relação à hereditariedade. Dessa forma, segundo os autores, eles conseguem ter algum entendimento sobre a hereditariedade.

No entanto, alguns alunos apresentaram conceitos de maneira confusa. Por exemplo, o grupo 4 respondeu que o DNA e os cromossomos são estruturas desassociadas e que ao se “misturarem” formariam as características genéticas dos filhos. Isso não é surpreendente, uma vez que Temp e Bartholomei-Santos (2014) mencionam que vários estudos mostram que os estudantes ficam confusos ao estabelecer a relação correta entre esses conceitos.

A segunda pergunta indagava se os alunos conheciam alguma doença hereditária. No quadro a seguir estão as respostas que os grupos deram a essa pergunta:

Quadro 3 – Respostas que os alunos deram a segunda pergunta, no primeiro momento da SD.

Pergunta 2: Você conhece alguma doença hereditária? Qual (is)?	
<u>Grupos</u>	<u>Respostas</u>
1	<i>“Sim, câncer, Aids, diabetes, nanismo (sic).”</i>
2	<i>“Diabete (sic).”</i>
3	<i>“HIV, diabetes (sic).”</i>
4	<i>“Câncer, HIV, diabetes (sic).”</i>
5	<i>“Sim, albinismo: quando a pessoa não pode ficar exposta ao Sol (sic).”</i>
6	<i>“Câncer, diabete, etc. (sic).”</i>
7	<i>“Câncer, HIV (sic).”</i>
8	<i>“Asma, diabete (sic).”</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Observando o quadro acima, é possível observar que os alunos conhecem algumas doenças e/ou distúrbios hereditários que podem ter relação com a hereditariedade, como diabetes, albinismo, câncer e nanismo, por exemplo.

Entretanto, alguns grupos ficaram na dúvida e responderam de maneira equivocada que o Vírus da Imunodeficiência Humana (VIH) ou HIV, em inglês: *Human Immunodeficiency Virus*, fosse uma doença hereditária. Aparentemente, esses alunos, ao darem essa resposta, confundiram com a forma de transmissão vertical, ou seja, quando o vírus é transmitido da mãe para o filho durante a gestação ou no momento do parto. Sinal disso foi o questionamento feito ao professor após a entrega das respostas e durante a discussão das questões, buscando esclarecer melhor a relação da transmissão desse vírus com a hereditariedade. Na ocasião, o docente explicou para os alunos que o HIV não é uma doença hereditária, mas sim, conforme o Ministério da Saúde (BRASIL, 2020), um vírus causador da aids, sigla em inglês para Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*), infecção que ataca o sistema imunológico, responsável por defender o organismo de doenças.

A seguir, os alunos assistiram ao documentário presente na SD e responderam algumas questões relacionadas a ele. Em alguns momentos o vídeo foi pausado e, em cada pausa, feita uma pergunta para os estudantes. Dessa forma, eles tiveram que refletir, interagir e levantar hipóteses para responder a essas questões; após cada pergunta respondida pelos estudantes, o professor realizava uma breve discussão com eles referente à questão levantada naquele momento.

Como já citado anteriormente, para fazer a interpretação dos dados coletados utilizou-se, nesse momento, a metodologia de análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin (1977). Então, as respostas coletadas dos estudantes foram categorizadas e dispostas em quadros que serão mostrados posteriormente.

O quadro a seguir está relacionado à primeira pergunta do documentário, que questionava qual é a relação dos gametas com a semelhança entre a prole e os genitores.

Quadro 4 - Primeira questão do documentário

As pessoas da época de Mendel já conheciam o ovócito e o espermatozoide, mas não sabiam como eles se combinavam para produzir uma nova geração. O que tem nesses gametas que faz com que os filhos sejam parecidos com os pais?	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
Porque ocorre a união dos cromossomos / DNA dos pais.	29
Porque os genes dos pais se unem na fecundação.	03

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Analisando as respostas dadas pelos estudantes à primeira pergunta, como visto anteriormente, nota-se que todos percebem que o material genético tem relação com a transmissão das características hereditárias entre genitores e prole, pois conseguiram expor conceitos relacionados a isso, como genes, DNA e cromossomos. Esses dados estão de acordo com o que foi encontrado na análise do questionário inicial (pré-teste), quando os estudantes, ao responderem questões relativas à hereditariedade, optaram por marcar alternativas condizentes com a relação do material genético e a transmissão das características entre os seres vivos.

Entretanto, como mostrado também em momento anterior, alguns estudantes não conseguiram se expressar corretamente, tendo dificuldade em relacionar conceitos, mostrando-se confusos perante a pergunta realizada. Por exemplo, os estudantes E6 e E7 responderam como se os cromossomos e o DNA fossem “coisas” muito diferentes, como pode ser observado a seguir: E6 - “23 cromossomos e DNA”. E7 - “Cromossomos e o DNA”.

Os estudantes E8 e E9 responderam “Os cromossomos”; já os participantes E16, E19, E27, E31 e E32 responderam “O DNA”. Além dos erros conceituais, alguns alunos apresentaram também dificuldade na escrita das respostas.

De acordo com Justina (2001), para que os estudantes compreendam os assuntos relacionados à genética e hereditariedade, é fundamental que eles conheçam as funções básicas das estruturas responsáveis pela transmissão das

características hereditárias. Além de compreender as funções básicas dessas estruturas, Souza (2012) relata que é fundamental que os discentes aprendam primeiramente os conceitos básicos inerentes a esses tópicos, para que, assim, consigam relacionar os conceitos e refletir sobre eles, favorecendo, assim, a aprendizagem desses conteúdos, inclusive genética mendeliana.

É fundamental que os estudantes compreendam os princípios básicos da genética para que sejam capazes de expressar as suas opiniões de maneira consciente perante as inovações inseridas pela ciência na sociedade, a fim de desempenharem os seus papéis de cidadãos (RIZZON; VILLAS-BOAS, 2015).

Moura e Falcão (2014) descrevem que apesar de os estudantes utilizarem às vezes alguns conceitos científicos relacionados com a genética, como cromossomos, genes, alelos, etc., esses termos são empregados por eles sem que haja uma compreensão dos mesmos no que diz respeito às suas estruturas e funções, bem como as suas relações com a transmissão das características hereditárias. Temp e Bartholomei-Santos (2014) relatam que um dos principais obstáculos no ensino de genética é essa dificuldade que os alunos têm em fazer a associação correta dessas estruturas com a transmissão das características hereditárias entre os seres vivos.

Nessa perspectiva, baseado na minha experiência docente prévia, eu já esperava que o resultado para essa questão seria esse, pois muitos dos meus alunos, durante as aulas de genética e até mesmo de educação sexual, apresentam dificuldade em associar a função dos genes, contidos nos cromossomos, com a transmissão das características entre genitores e filhos, através da combinação dos gametas no momento da fecundação, corroborando com Moura, et al. (2013), que descrevem que muitos estudantes apresentam dificuldade em entender conceitos básicos de genética, como por exemplo fazer a relação entre os genes, os alelos e os cromossomos e compreender que essas estruturas são partes constituintes do DNA.

Nessa lógica, a SD elaborada para o presente trabalho buscou utilizar em cada atividade conceitos básicos pertencentes à genética e à hereditariedade, como DNA, cromossomos, genes, alelos, dominante, recessivo, etc. Além do mais, na SD pode-se encontrar uma atividade que enfatiza um processo indispensável para a compreensão da hereditariedade: a meiose. Em concordância com Martins e Braga (2015), compreender esse processo de divisão celular é essencial para aprender os tópicos relacionados à genética.

Na pergunta 2 (segunda pausa do vídeo), referente ao cruzamento entre periquitos azuis gerando periquito branco, temos o seguinte padrão de respostas:

Quadro 5 - Segunda questão do documentário.

O documentário relata que do cruzamento de dois periquitos azuis pode nascer um periquito branco. O que vocês acham que ocorre no cruzamento de periquitos azuis que pode gerar descendentes brancos?	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
Por causa da herança genética que ocorre através das gerações.	26
Porque o fenótipo branco é mais forte do que o azul.	2
Ficaram confusos ao responder.	4

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com o QUADRO 4, é interessante observar que a maioria dos estudantes (26) respondeu que o surgimento de um periquito branco no cruzamento entre periquitos azuis está relacionado com a “herança genética”, sem conseguir explicar como isso ocorre.

Para que os estudantes entendam a hereditariedade é importante que eles conheçam também as estruturas celulares responsáveis por isso e as suas funções. Se eles compreenderem que tais estruturas estão relacionadas à transmissão das características nos seres vivos, ficará mais fácil entender como esses caracteres hereditários são passados de geração em geração (JUSTINA, 2001).

Quatro (04) estudantes ficaram confusos ao responder. Por exemplo, o estudante E30 respondeu assim:

“Talvez os cromossomos o que penso algo relacionado também com o DNA também e a cor talvez forme outra raça ou até talvez de outros da família do animal sei lá evolução também (sic)”.

É notável que mesmo esses alunos que ficaram confusos ao responder, mostraram que têm noção de que o material genético apresenta relação com a hereditariedade, fato observado também quando eles responderam a primeira pergunta no início do desenvolvimento da SD.

Aliás, o documentário narra que os defensores da teoria da mistura não conseguiam explicar como esses periquitos azuis podiam cruzar e gerar um descendente totalmente branco. Essas alterações de características, o modo como os genitores podem gerar descendentes diferentes deles, mas parecido com um ancestral, desfez a ideia da mistura. Assim, a partir desse momento, os estudantes começaram a ver e refletir sobre as ideias que ajudaram a refutar a teoria da mistura.

Por fim, a minoria, dois (02) estudantes acham que o fenótipo cor branca é mais forte do que a cor azul.

Averiguando as respostas para essa questão, chamou bastante atenção a resposta do estudante E16:

“O periquito que tem a parte branca é mais forte do que a cor azul do outro periquito. O DNA do que tem a parte branca é mais forte e pode conter algum cromossomo branco a mais do que o azul (sic)”.

Percebe-se que, mais uma vez, a ideia de “traços” ou características hereditárias mais fortes apareceram na concepção dos alunos. Ademais, esse mesmo aluno relata que o periquito branco pode ser mais forte do que o azul porque tem um cromossomo a mais. Com isso, nota-se que esse estudante não compreende que alterações cromossômicas podem estar relacionadas a síndromes.

O quadro abaixo é referente à terceira pergunta do documentário, relacionada ao surgimento de um organismo híbrido no cruzamento entre “ervilhas puras”.

Quadro 6 - Terceira questão do documentário.

Mendel fez o cruzamento entre ervilhas lisas com ervilhas rugosas-ambas continham pedigree (Mendel chamava essas ervilhas de puras). Desse cruzamento, nasceram vagens híbridas. Vocês sabem o que é um organismo híbrido?	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
É o cruzamento entre duas espécies diferentes.	09
O organismo híbrido é uma mistura.	14
É um organismo geneticamente modificado.	01
Possui genes de espécies próximas.	01
São organismo heterozigotos.	01
Resposta sem sentido.	01
Não soube responder.	05

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Analisando o quadro acima, nota-se que nove (09) alunos responderam que o híbrido é proveniente do cruzamento entre duas espécies diferentes. Quatorze (14) alunos acham que o híbrido é oriundo de uma “mistura” de material genético entre os genitores. Um (01) estudante acha que o híbrido é um organismo geneticamente modificado. Outro (01) respondeu que o híbrido possui genes de espécies próximas. Um (01) aluno acha que é um organismo heterozigoto e outro (01) deu uma resposta sem sentido. Por fim, cinco (05) estudantes não souberam responder essa questão.

Analisando o quadro é possível observar que nove (09) dos estudantes, ao responderem que o híbrido é proveniente do cruzamento entre duas espécies diferentes, demonstraram uma ideia considerável sobre a pergunta que foi realizada. Já quatorze (14) estudantes, ao dizerem que o híbrido é proveniente da mistura de material genético dos genitores, não especificaram se essa “mistura” ocorre entre espécies diferentes ou não.

Nota-se que que esses alunos expressam ideias sobre o que foi questionado a eles, porém têm dificuldade em relacionar e apresentar os conceitos básicos de genética para responder a questão, ficando confusos ao darem a resposta, talvez porque esses conceitos sejam realmente confusos. Em conformidade com Temp e Bartholomei-Santos (2014) e Araujo e Gusmão (2017), compreender os conceitos associados à genética não é fácil para os alunos, pois muitas vezes eles não conseguem relacioná-los com o seu cotidiano. Além disso, Leal, Meirelles e Rôças (2019) relatam que ensinar esse conteúdo também não é fácil para o professor, pois, além de apresentar conceitos bastante confusos, é um tema que está em constante atualização.

Uma forma de amenizar essa situação, buscando favorecer o processo de ensino-aprendizagem, é a contextualização dos conteúdos a serem trabalhados com os estudantes. No entanto, o docente deverá ter cuidado ao fazer isso, pois, de acordo com Duré, Andrade e Abílio (2018), o professor, muitas vezes, antepõe o que é retratado nos livros didáticos, não levando em conta de fato o que é vivenciado pelos estudantes. Os autores ainda descrevem que ao fazer a contextualização dos conteúdos, o professor procure mostrar para o aluno como o conhecimento a ser trabalhado se construiu a partir de acontecimentos do dia a dia e como ele se relaciona com a sua vida e com a sociedade na qual está incluído.

O quadro a seguir está relacionado à quarta pergunta do documentário, a qual refere-se ao cruzamento entre ervilhas lisas e rugosas.

Quadro 7 - Quarta questão do documentário.

De acordo com a “teoria da mistura”, as ervilhas descendentes do cruzamento entre ervilhas lisas com rugosas seriam uma mistura de seus “pais”. Na opinião de vocês, como deveriam nascer as ervilhas provenientes desse cruzamento (lisas com rugosas)?	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
As ervilhas apresentarão uma mistura do carácter liso com o rugoso.	13
Podem nascer ervilhas lisas e ervilhas rugosas, pois dependerá do gene que prevalecerá.	13
Nascerão lisas.	03
Podem nascer ervilhas lisas, rugosas ou misturadas.	01
O grão de pólen é o responsável pela determinação do fenótipo liso ou rugoso.	01
Resposta sem sentido.	01

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

É possível perceber que grande parte desses alunos (13) apresentou novamente a ideia da mistura nas suas concepções, acreditando que ao cruzar a ervilha lisa com a rugosa irão nascer descendentes que serão uma mistura das duas características.

Por exemplo, o estudante E32 respondeu:

“Vai nascer misturadas por ter misturado as duas espécies de ervilhas (sic)”.

O estudante E07 respondeu assim:

“Os filhos das ervilhas iriam adquirir características da rugosa e da lisa, podendo ser meio termo, um pouco rugosa e um pouco lisa, ou talvez poderiam descender apenas características de um dos pais (sic)”.

Nesse tipo de cruzamento, percebo que os meus alunos muitas vezes apresentam a ideia de que surgirá nos descendentes ervilhas apresentando o “meio termo”, ou seja, herdando um pouco da característica lisa e um pouco da rugosa.

Amaral (2015) realizou uma pesquisa em que, em um determinado momento, abordou os experimentos que Mendel fez utilizando as ervilhas. Em uma das questões presentes nesse trabalho, foi pedido aos estudantes que representassem o que tinham achado mais interessante entre as ideias discutidas nas aulas que ocorreram durante o desenvolvimento do trabalho. A autora descreveu que todos alunos, ao representarem o experimento das ervilhas, acharam interessante o carácter verde sumir em uma etapa e aparecer em outra. Alguns alunos disseram que se surpreenderam com o resultado do experimento, pois acreditavam que ao cruzar plantas de ervilhas amarelas com plantas de ervilhas verdes seriam gerados descendentes que apresentariam sementes amarelo-esverdeadas, remetendo mais uma vez, conforme a autora, ao conceito de herança por mistura, que também foi constatado por ela em momento anterior.

Nessa perspectiva, a atividade “cruzamento nos palitos”, construída para compor a SD presente nesta pesquisa, trabalha também o conceito de mistura com os alunos. Nessa atividade, ao realizar os cruzamentos entre as ervilhas, além de os alunos terem que colocar os alelos de forma correta dentro de cada bolinha de plástico que representa a semente de ervilha, eles precisam fazer o encaixe correto das peças que as formam, tendo a oportunidade de ver que, nesse caso, não existe meio termo entre as cores das sementes ou, ainda, entre a textura das sementes, isto é, a ervilha será amarela ou verde ou, então, lisa ou rugosa.

Analisando e interpretando as respostas, percebe-se que treze (13) estudantes, ao dizerem que o carácter liso ou rugoso dos descendentes será decorrente do gene que irá prevalecer, conseguiram responder a essa questão sem remeter à ideia da mistura.

Entretanto, é possível observar que os demais alunos, cujas respostas estão nas outras quatro categorias, não conseguiram utilizar conceitos básicos para justificar

as suas respostas, dificuldade encontrada anteriormente em outras questões. Inclusive, um dos estudantes deu uma resposta que não apresentava nenhum sentido com a pergunta que foi realizada, isto é, se mostrou confuso ao responder.

Esse estudante (E31) escreveu:

“Cada uma de um jeito mais por dentro um com a essência do outro (sic)”.

Silva e Silva (2020) descrevem que diversos estudos indicam a eficácia das atividades práticas para trabalhar conceitos relacionados à genética – por exemplo a utilização de modelos e jogos didáticos – como recursos didáticos capazes de colaborar com a aprendizagem dos alunos. Esses recursos podem promover a percepção e a interpretação dos conhecimentos científicos, possibilitando, assim, que os alunos assumam uma posição mais ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Nessa lógica, a SD que está incluída no presente estudo apresenta diversas atividades lúdicas que podem colaborar com a aprendizagem desses conceitos genéticos, até mesmo dos conceitos que os estudantes tiveram dificuldade para utilizar ao responder a essa questão.

O quadro a seguir está relacionado à quinta pergunta do documentário, referente à ausência de ervilhas rugosas na prole (F1) proveniente do cruzamento entre ervilhas lisas com rugosas.

Quadro 8 - Quinta questão do documentário.

No cruzamento entre as ervilhas lisas com as rugosas, a característica ervilha rugosa não apareceu na prole, pois 100% das ervilhas nasceram lisas. O que vocês acham que ocorreu com a característica rugosa nesse cruzamento?”	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
O material genético da ervilha lisa é dominante sobre a rugosa.	15
O material genético da ervilha lisa é mais forte.	11
O DNA da ervilha rugosa ainda está presente na ervilha lisa, porém expressando outra característica.	02
O caracter rugoso não surgiu nessa geração, mas pode voltar em outras gerações.	01
O gene mais abundante prevaleceu.	01
Resposta sem sentido.	01
Não soube responder.	01

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com o quadro acima, uma quantidade considerável de alunos (15) disse que a ervilha lisa é dominante sobre a rugosa. Alguns desses estudantes utilizaram conceitos genéticos consideráveis ao responder. Por exemplo, os estudantes E19 e E27 responderam assim, respectivamente:

“Pois a ervilha lisa é dominante (A) e a ervilha rugosa é recessiva (a) (sic)”.

“O DNA da ervilha lisa foi dominante sobre a ervilha rugosa fazendo com que a prole seja igual a ervilha lisa, futuramente essa planta híbrida possa vir a gerar ervilhas rugosas. (sic)”.

Entretanto, onze (11) alunos disseram que o material genético da ervilha lisa é mais forte. Essa ideia de um carácter ser mais forte do que outro foi encontrada anteriormente em outras questões, inclusive no questionário pré-teste, quando ao serem questionados sobre o porquê de um filho (a) ser mais parecido (a) com um dos genitores, a metade dos alunos (50%) respondeu que o filho (a) puxará os determinantes que estiverem no sangue mais forte. Assim, após os alunos terem respondido essa questão, procedendo da mesma maneira como ocorreu nas outras questões do documentário, foi realizada uma discussão juntamente com eles, onde foram abordados os conceitos de dominância e recessividade.

Embora no presente estudo não tenha sido trabalhada a ação dos alelos de um gene em nível molecular, para compreender os assuntos referentes à genética é importante que os estudantes entendam conceitos que estão relacionados também com a Biologia Molecular, como por exemplo a transcrição, assunto abordado quando se estuda a síntese proteica. Dessa forma, ficará mais fácil mostrar para eles que não existe uma característica mais forte do que a outra.

Contudo, em um curso de graduação de Ciências Biológicas, Mingroni-Netto (2012), ao questionar estudantes sobre o processo de transcrição, percebeu que, surpreendentemente, uma parcela considerável acredita que alelos dominantes transcrevem e alelos recessivos não transcrevem. Ao fazer uma reflexão crítica sobre isso, a autora chegou à conclusão de que vários professores do ensino médio ou de cursinhos pré-vestibulares afirmam que a presença dos alelos dominantes impede que os alelos recessivos se manifestem.

De maneira correspondente, Sant'Anna et al. (2020) descrevem que na instituição em que atuam grande parte dos estudantes de licenciatura em Biologia considera que os alelos recessivos são "impedidos" ou "inibidos" pelos alelos dominantes de se manifestarem. Ao consultar alguns livros didáticos do ensino básico, as autoras perceberam que as concepções relacionadas às interações alélicas são explicadas juntamente com as leis de Mendel quando se está sendo trabalhado fenótipo. Transcrição e tradução são assuntos estudados em capítulos ou até em volumes diferentes das coleções. As autoras relatam que raramente o professor do ensino médio faz uma ligação entre esses dois temas, dificultando, assim, a aprendizagem de outros assuntos referentes à genética.

Por esse ângulo, Reece et *al.* (2015) descrevem que é importante o estudante compreender que o alelo dominante não domina o recessivo. Aliás, quando os dois coexistem em um organismo heterozigoto, de fato, eles não interagem, pois a dominância e a recessividade agem durante o percurso que ocorre do genótipo para o fenótipo.

Dois alunos responderam que o DNA da ervilha rugosa ainda pode estar na ervilha lisa, porém expressando outro caracter. Esses alunos responderam de maneira confusa, pois para essa questão eles teriam que considerar apenas a característica que estava sendo apresentada naquele momento: a textura das sementes.

Um aluno disse que o caracter rugoso pode ressurgir em gerações futuras. Apesar de esse aluno não ter usado o termo recessivo em sua resposta, percebe-se que ele tem noção de que os genes da ervilha rugosa podem ainda estar contidos nas ervilhas lisas.

Um aluno respondeu que o gene mais abundante prevalece- nesse caso, o da ervilha lisa. É possível perceber que esse estudante tem a ideia equivocada de que a quantidade de genes irá influenciar o caracter que irá se manifestar. Para ajudar os estudantes a compreenderem que isso não ocorre, conceitos como locus gênico, alelos, dominância e recessividade são trabalhados em outros momentos da SD.

O quadro a seguir é referente à sexta e última pergunta do documentário e está relacionada ao “ressurgimento” do caracter rugoso na geração F2.

Quadro 9 - Respostas dos estudantes referentes a sexta questão do documentário.

Mendel deixou as ervilhas lisas, provenientes do cruzamento entre ervilhas lisas e rugosas, se autofecundarem. Surpreendentemente, a característica “rugosa” reapareceu. O que vocês acham que ocorreu que possibilitou o reaparecimento dessa característica nesse cruzamento?	
<u>Categorias</u>	<u>Número de respostas</u>
O caracter rugoso que estava presente nos genitores voltou a surgir nos descendentes.	20
Existe alguma relação com gene.	03
O caracter rugoso, que estava presente em todos os momentos, ficou mais forte na autofecundação das ervilhas lisas, ressurgindo.	01
Não soube responder.	03
Resposta sem sentido.	05

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo o QUADRO 8, a maioria dos estudantes (20) acha que a característica rugosa, que estava presente nos genitores, ressurgiu nos descendentes. Percebe-se que esses estudantes reconhecem que o gene para o caracter rugoso estava presente também nas ervilhas lisas. Porém, como era de se esperar, eles não souberam dizer que as ervilhas lisas eram heterozigotas. Além disso, não chegaram à conclusão de que o caracter liso é dominante sobre o caracter rugoso, apresentando, novamente, dificuldade em relacionar conceitos genéticos

básicos. Por exemplo, os estudantes E17, E06 e E29 responderam assim, respectivamente:

“Os genes guardados no DNA foram passados hereditariamente (sic)”.

“Por mais que a característica rugosa não tenha aparecido na primeira linhagem não quer dizer que o DNA tinha desaparecido por isso que na segunda linhagem a característica rugosa apareceu (sic)”.

“O DNA da ervilha rugosa na F1 não apresentou características de tal espécie mas o DNA dela não desapareceu completamente ele continuou na planta assim na F2 ela voltou a reaparecer por que seu DNA apresentou características visíveis na ervilha (sic)”.

Três (03) alunos responderam que o ressurgimento do caracter rugoso está relacionado aos genes. Um (01) aluno acha que durante a autofecundação das ervilhas lisas, o caracter rugoso ficou mais forte e reapareceu. Esse estudante (E14) respondeu assim:

“Na minha opinião ela não sumiu completamente em nenhum momento. Ela só acabou ficando mais forte no cruzamento das lisas com elas mesmas. Já que em um cruzamento de rugosas e lisas a lisa prevaleceu (sic)”.

Três (03) alunos não souberam responder a questão. Finalmente, cinco (05) alunos apresentaram resposta sem sentido, como, por exemplo, o estudante E21:

“Eu acho quando a ervilha “enrucosa” proliferou com a ervilha lisa deu uma lisa e duas ervilhas “rucosas” ou por causa da genética das ervilhas (sic)”.

Já o estudante E19, respondeu:

“recriaram o gene rugoso (sic)”.

O estudante E32 disse que:

“Talvez tenha se reproduzido pelo cruzamento entre as lisas e as rugosas já que Mendel tinha cruzado as duas, mas nasceram lisas e 2 genes foram para os filhos (sic)”.

Em cada pausa do vídeo, onde as perguntas eram realizadas, o professor explicava os termos que os alunos não conheciam. Por exemplo, antes de responder a essa questão, o professor explicou o que significava a expressão “autofecundação”.

As respostas dos alunos para essa questão mostram que, além dos erros conceituais, eles apresentaram também dificuldade em interpretar o que estava sendo questionado.

De uma forma geral, a análise das respostas dadas pelos estudantes aos questionários pré-testes e as questões que foram levantadas durante a exibição do documentário “Mendel e a ervilha: os seis experimentos que mudaram o mundo”, demonstram que muitos desses estudantes utilizam conceitos científicos sem saber o que realmente significam e, ainda, como se relacionam com a genética e hereditariedade. Além disso, apesar de esses estudantes terem utilizado alguns conceitos genéticos em algumas questões, nota-se que eles não compreendem bem o que são genes, cromossomos e DNA e qual a função dessas estruturas.

Foi possível observar também que o conceito de mistura de material genético, de sangue ou de alguma característica que foi apresentada a eles durante as atividades está presente na ideia de alguns desses estudantes. Outro fato importante observado nas respostas foi constatar que alguns discentes acham que existem características mais fortes do que outras, como por exemplo o carácter “ervilha lisa” ser mais forte do que o carácter “ervilha rugosa”, ou então o sangue de um genitor ser mais forte do que do outro genitor.

Estes dados dialogam com Araujo e Gusmão (2017), Araújo *et al.* (2018), Duré, Andrade e Abílio (2018) e Silva, Cabral e Castro (2019), ao dizerem que os conceitos relacionados à genética podem ser de difícil assimilação pelos alunos por, muitas vezes, serem considerados complexos por eles.

Durante a minha vida profissional percebi que muitos estudantes de fato apresentam dificuldade em aprender genética, especificamente as leis de Mendel. Essa experiência concorda com o descrito por Silva, Cabral e Castro (2019) e Teles, Souza e Dias (2020), sendo que o maior problema desses alunos se dá pela grande quantidade de conceitos abstratos contidos na genética. Na mesma linha, Leal, Meirelles e Rôças (2019) mencionam que é preciso ter uma capacidade considerável de abstração para compreendê-los.

Assim sendo, a contextualização dos conteúdos a serem trabalhados com os estudantes pode favorecer a aprendizagem desses conceitos (MINAS GERAIS, 2007; BRASIL, 2017; ARAUJO; GUSMÃO 2017).

Portanto, no presente estudo, buscou-se fazer a contextualização dos assuntos que seriam trabalhados na SD por meio de atividades lúdicas e investigativas. Conforme Almeida (2003), Kraemer (2007) e Santos et al. (2014), as atividades lúdicas podem contribuir de maneira relevante com a aprendizagem dos educandos. Além disso, como afirmado por Sasseron e Carvalho (2008), Armstrong e Barboza (2012), Carvalho (2013) e Azevedo (2016), as atividades investigativas podem ajudar consideravelmente na construção do conhecimento dos educandos.

As respostas dos estudantes vêm confirmar também muito do já mencionado na literatura consultada para a realização do presente estudo, especificamente no que diz respeito à importância de elaborar e trabalhar com métodos capazes de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, objetivando a necessidade de contextualizar melhor os assuntos e estimular o senso crítico e a curiosidade do aluno, proporcionando uma aprendizagem mais relevante para que o conhecimento científico seja aprendido por ele.

A avaliação da SD foi realizada através da percepção do pesquisador durante sua formulação e sua aplicação parcial, pois não foi possível aplicar o questionário pós-teste, que seria realizado no final do desenvolvimento da SD, impossibilitando, assim, a avaliação da SD pelos estudantes.

Visto que aprender genética não é tarefa fácil para muitos alunos, as atividades que compõem a SD apresentam aspecto lúdico. Amparado pelas ideias dos autores Almeida (2003), Kraemer (2007) e Santos et al. (2014), considera-se que essas atividades podem colaborar de maneira considerável para a aprendizagem dos alunos, pois, conforme descrito anteriormente, além de proporcionarem momentos de interação, as atividades lúdicas têm a capacidade de tornar as aulas mais prazerosas para os educandos.

Em cada atividade é apresentado um problema, situação em que os estudantes, em grupo, têm que refletir, discutir e agir para chegarem à solução. Essas atividades apresentam meios distintos: vídeos, jogos, poesia, modelos representativos. Segundo Klein e Laburú (2012), é importante considerar que é

possível aprender utilizando diferentes modos de representação, pois esses recursos podem ajudar o estudante na assimilação de conceitos.

Para ajudar na análise da SD, foi fundamental buscar na literatura trabalhos relacionados à presente pesquisa.

No primeiro momento, na primeira etapa, os alunos tiveram acesso a uma dinâmica em grupo, para trabalharem com uma poesia relacionada à genética, e responderam algumas questões sobre hereditariedade, cuja análise já foi apresentada no início desse tópico.

A poesia trabalhada nesse momento apresenta diversas palavras e conceitos referentes à genética. O objetivo de utilizá-la no início da SD foi apresentar os termos relacionados a esse tema de uma forma diferente, mostrando um texto mais delicado e chamativo.

Segundo Silva e Reigota (2010), as poesias podem ser utilizadas na educação com o intuito de oportunizar uma prática pedagógica mais atraente, possibilitando diálogos de conhecimentos entre a ciência e a poesia. Os autores ainda relatam que:

Trazer estética para o ensino das ciências, utilizando-se do diálogo entre a poesia e as Ciências nos permite um exercício dialógico entre o belo e o saber instituído, por meio da arte da palavra. Este processo é desafiador, pois procura romper com as representações, estigmas e (pre) conceitos (SILVA; REIGOTA, 2010, p. 151).

Na segunda etapa, foi apresentado aos alunos um documentário que retrata de maneira contextualizada as ideias fundamentais sobre as leis de Mendel: “Mendel e a ervilha – os seis experimentos que mudaram o mundo”².

Durante o documentário foram feitas algumas perguntas aos alunos, a fim de proporcionar momentos de reflexão e discussão em relação ao assunto abordado. Em cada pausa do vídeo, o professor lia a questão relacionada com aquele momento e, então, fazia uma breve discussão com os estudantes, com o objetivo de facilitar o entendimento da pergunta realizada. Dessa forma, os alunos tinham que refletir, discutir e escrever as suas hipóteses relacionadas a cada pergunta apresentada.

Após eles responderem cada questão, ocorria uma breve discussão entre professor e alunos, com o propósito de promover uma reflexão mais aprofundada e

² Esse vídeo pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg>.

crítica sobre o tema. A análise das respostas a essas questões também já foi apresentada.

No segundo momento da SD, a classe deve ser dividida em grupo, na intenção de propiciar maior interação entre os estudantes. Em concordância com Carvalho (2013), quando a atividade tem como objetivo a construção de conhecimento pelos alunos é fundamental que ela seja praticada em grupos, pois, dessa forma, eles se sentirão mais confiantes, colaborando de maneira recíproca na resolução dos problemas apresentados.

Neste momento, os alunos participam de várias atividades, cada uma apresentando uma característica distinta, tendo a oportunidade de colocar em prática o que viram no momento anterior.

Verifica-se a necessidade de abordagens práticas que auxiliem no ensino-aprendizado dos alunos, tais como metodologias e estratégias que envolvam jogos, modelos didáticos, aulas práticas de laboratório, discussão de filmes e temas atualizados nas áreas de Genética e Biologia Molecular e que se mostram promissores para serem aplicados no ambiente escolar e/ou fora dele. Tais abordagens se mostram promissoras para serem aplicados no ambiente escolar e/ou fora dele. Essas atividades, quando aplicadas de forma lúdica e dinâmica, complementam o conteúdo teórico permitindo um maior interesse do estudante, podendo contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo ministrado, tornando-se uma ferramenta de grande utilidade no processo de ensino-aprendizagem (SILVA, 2019, s.p).

Dessa forma, em concordância com a BNCC, é fundamental utilizar metodologias e estratégias de ensino distintas, visando alcançar a heterogeneidade de alunos. Além disso, é importante utilizar diferentes recursos pedagógicos e tecnológicos na educação, pois eles podem ser importantes colaboradores no processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 2017).

Nessa perspectiva, as atividades construídas para esse momento têm como objetivo promover a interação, a reflexão, a argumentação, a tomada de decisões e a colaboração entre os estudantes.

Na aula 3, a princípio, os alunos precisam ter acesso à dinâmica “Meiose na lata”. Essa atividade foi construída com o objetivo de facilitar a compreensão dos estudantes sobre a segregação dos alelos de um gene durante a meiose. Em concordância com Martins e Braga (2015), o entendimento da meiose e dos princípios que estão relacionados à hereditariedade é fundamental para que o aluno consiga aprender genética. É imprescindível que os estudantes consigam compreender a

relação que existe entre a meiose e a transmissão dos caracteres hereditários (FABRÍCIO et al., 2006). Nessa lógica, durante essa atividade os alunos devem esquematizar o processo da meiose utilizando materiais como figuras relacionadas com o ciclo celular e latinhas de plástico. Sendo assim, buscou-se elaborar uma atividade onde os alunos pudessem visualizar de maneira lúdica as etapas da meiose, enfatizando o número de cromossomos em cada fase, o momento em que ocorre o “*crossing over*” e a condição da célula: haplóide (n) e diplóide (2n).

É interessante observar que, muitas vezes, as atividades lúdicas, conforme Kraemer (2007), por serem capazes de oportunizar a aprendizagem dos conteúdos de forma prazerosa, podem ser grandes aliadas na educação. Por exemplo, o trabalho de Martins e Braga (2015), desenvolvido em uma escola localizada em Hidrolândia – Ceará, intitulado “Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular”, mostrou que é possível ensinar um conteúdo considerado complexo por muitos alunos, através de um jogo de tabuleiro. Embora a dinâmica “meiose na lata” não seja de fato um jogo, essa atividade apresenta caráter lúdico, podendo promover, conforme Almeida (2003), Kraemer (2007) e Santos et al. (2014), a descontração, a colaboração e a interação entre os envolvidos, dando a eles a oportunidade de criar os seus próprios conceitos acerca das situações que estão experienciando, contribuindo, assim, com a aprendizagem dos alunos.

Ainda no segundo momento (aula 4 e 5), os alunos terão acesso à atividade com vídeos postados e desenvolvidos pelo autor deste estudo no site *You Tube*³: “Qual a melhor ordem”. Nessa atividade, os estudantes, usando um *smartphone*, devem ler o *QR CODE* de alguns cartões para ter acesso aos vídeos, que foram construídos para trabalhar os principais assuntos relacionados à primeira Lei de

³ <https://www.youtube.com/watch?v=ViD2FK6bMLg&t=466s>
<https://www.youtube.com/watch?v=iOjjsXE9Ors&t=303s>
<https://www.youtube.com/watch?v=vQUhLHCGXw>
<https://www.youtube.com/watch?v=UFV21MuDfg0&t=57s>
<https://www.youtube.com/watch?v=spbuPQ5EI04>
<https://www.youtube.com/watch?v=241gqrNfHM8&t=3s>
https://www.youtube.com/watch?v=xI_rHGScpHo
<https://www.youtube.com/watch?v=nAVJ-XjYat4>
<https://www.youtube.com/watch?v=gGv--SwvtVU>
<https://www.youtube.com/watch?v=dsKLX41WXbs&t=28s>
<https://www.youtube.com/watch?v=Mmgy7Nee1VY&t=36s>
<https://www.youtube.com/watch?v=i1ltafaGoU>
<https://www.youtube.com/watch?v=y0f08ZOifrc&t=157s>
<https://www.youtube.com/watch?v=lpLPwG9E78k>
<https://www.youtube.com/watch?v=cNFpfiHEW68&t=52s>

Mendel. Foram produzidos quinze vídeos relativamente curtos para trabalhar esse conteúdo. Esses recursos audiovisuais podem ser grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem, haja vista os altos números de visualizações desse tipo de material em plataformas abertas, como o YouTube.

Já foi descrito que os recursos audiovisuais podem ser muito importantes na educação, pois essas ferramentas tecnológicas são capazes de favorecer a reflexão e a aprendizagem dos estudantes (MACEDO et al., 2015). Silva et al. (2012) também relatam que é possível ensinar assuntos considerados complexos pelos educandos tendo como aliados no processo de ensino-aprendizagem esses recursos, pois, na sociedade contemporânea, os meios de comunicação exercem um papel considerável na vida das pessoas.

O professor, na sua metodologia de ensino, poderá usar os recursos audiovisuais para trabalhar os conteúdos relacionados à sua disciplina. Esses meios podem instigar a curiosidade dos educandos, uma vez que as atividades relacionadas a essas ferramentas podem ficar mais atraentes para eles. É importante que o aluno perceba que os recursos audiovisuais empregados no processo de ensino são importantes para a sua aprendizagem. Para isso, é fundamental que, após a utilização desses recursos, o professor dê prosseguimento ao processo pedagógico utilizando também outros meios, a fim de possibilitar uma melhor aprendizagem dos conteúdos (VASCONCELOS; LEÃO, 2010).

O objetivo dessa dinâmica com vídeos é apresentar o conteúdo de uma forma mais intuitiva, promovendo a reflexão e a interação entre os estudantes.

“[...] os vídeos postados no site *YouTube* entram no cenário atual, pois são práticos, de fácil manipulação em sala de aula e promovem a aprendizagem de uma maneira estimulante possibilitando a interação entre professores, alunos, objetos e informação.” (MACEDO et al. 2015, p.136).

As outras atividades lúdicas que estão contidas no segundo momento são: "cruzamento nos palitos e heredograma na mesa".

A atividade "cruzamento nos palitos" (aula 6) tem como objetivo simular o cruzamento entre as “ervilhas de Mendel”. Nela, os alunos devem fazer o cruzamento entre as ervilhas, considerando duas características: a cor das ervilhas e a textura das sementes. Nessa dinâmica eles utilizarão também o quadrado de Punnet, que é uma

interessante ferramenta utilizada para estabelecer em um cruzamento os genótipos esperados dos descendentes.

Através dessa atividade, acredito que ficará mais fácil e intuitivo para o aluno relacionar esses cruzamentos, pois ele irá enxergá-los sob uma nova perspectiva.

Ao utilizar exemplos como os caracteres das ervilhas analisadas por Mendel, o professor estará trabalhando não somente fatos históricos relacionados à Ciência, mas também conceitos corretos alusivos aos padrões de herança mendeliana (BAIOTTO; SEPEL; LORETO, 2016).

Para realizar os cruzamentos, os estudantes recebem um kit contendo as ervilhas feitas de cápsula de plástico, o quadrado de Punnet e os cromossomos, ambos feitos de palitos de picolé, o cartão problema e o cartão respostas.

Um dos objetivos da pesquisa é possibilitar aos estudantes desenvolver habilidades capazes de ajudar na compreensão da transmissão dos caracteres hereditários entre os seres vivos. Portanto, nessa dinâmica, os alunos trabalharão isso a partir de uma abordagem diferente, utilizando modelos e esquemas. Ademais, nessa atividade eles lidarão também com a segregação dos alelos de um gene e como estes se comportam na transmissão de uma característica. Segundo Freitas et al. (2011), métodos inovadores de ensino, como por exemplo a utilização de modelos, podem colaborar com o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que são capazes de proporcionar a interação entre conhecimento, alunos e professor, mostrando-se favoráveis para serem utilizados no ensino de genética.

Por exemplo, Freitas et al. (2011) utilizaram um jogo muito conhecido pelas pessoas (queimada) para ser empregado no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Os autores desse trabalho fizeram algumas adaptações nessa brincadeira, que permitiram trabalhar com vários conceitos relacionados à genética. Assim, despertaram a curiosidade dos discentes, além de promover a interação entre eles, favorecendo a aprendizagem dos conteúdos propostos.

Outra atividade a ser desenvolvida com os estudantes, denominada “heredograma na mesa” (aula 7), tem como principal objetivo trabalhar, de maneira lúdica, um dos principais tópicos pertencentes à primeira lei de Mendel: Heredograma. Nessa atividade, que pode ser considerada um jogo didático, os alunos participam de maneira colaborativa (entre os integrantes de cada grupo) e competitiva (entre grupos diferentes) conceitos relacionados a heredogramas. Dessa forma, eles devem

construir, usando um kit que faz parte do jogo, heredogramas, que estão relacionados a algumas doenças ou anomalias genéticas.

Considera-se que os jogos podem facilitar a aprendizagem de conteúdos complexos. Conforme Oliveira, Silva e Ferreira (2010) e Alves, Lima e Gessinger (2011), os jogos podem ser recursos pedagógicos pertinentes no momento de ensinar, pois, além de proporcionar diversão, favorecem maior interação entre os participantes e também com o conteúdo que está sendo trabalhado naquele momento. Assim, a aprendizagem dos estudantes pode ocorrer de maneira considerável e aprazível.

Nessa lógica, a atividade “Heredograma na mesa” promove a interação entre os participantes, no intuito de facilitar a aprendizagem do conteúdo apresentado a eles. Para o desenvolvimento do jogo, os alunos recebem um kit contendo o cartão problema, algumas figuras e tabuleiros, os quais eles utilizam para montar os heredogramas.

Azevedo (2016) diz que as demonstrações investigativas realizadas na sala de aula geralmente começam por um problema. Logo, no último momento os alunos têm acesso a uma atividade com viés investigativo: "O enigma do camundongo amarelo" (aula 8). Sendo assim, o problema inicial dessa atividade é que os estudantes têm que descobrir o porquê de ter surgido um camundongo amarelo no meio de uma população de camundongos agutis (acinzentados). Além do mais, utilizando cruzamentos, eles devem descobrir porque a proporção fenotípica observada no cruzamento entre dois camundongos amarelos heterozigotos era sempre diferente da proposta por Mendel no monoidrismo: 3:1. Assim, além de promover a reflexão, o raciocínio lógico, a retomada de conceitos, o levantamento de hipóteses e a tomada de decisão, essa atividade proporciona a interação entre os participantes. "Com isso, a atividade experimental deixa de ser apenas uma ilustração da teoria e torna-se um instrumento riquíssimo do processo de ensino" (AZEVEDO, 2016, p. 27).

Numa atividade investigativa é fundamental que o professor forneça as condições necessárias para que os alunos exerçam habilidades capazes de favorecer a investigação e a solução de um possível problema. Então, dessa forma, é necessário: “exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas [...]” (BRASIL, 2017, p. 9).

O interessante dessa dinâmica é que ela possibilitará que o professor analise se os alunos estão utilizando alguns indicadores da AC. Em conformidade com Sasseron e Carvalho (2008), algumas das ferramentas capazes de revelar algumas habilidades que devem ser desenvolvidas no intuito de promover a AC entre os educandos são seus indicadores. Estes são empregados durante a apresentação, o desenvolvimento e a resolução de um problema científico, levando à reflexão, à investigação, ao questionamento e à interpretação do caso a ser solucionado.

Sasseron e Carvalho (2008) organizaram os indicadores em diversos grupos, onde cada um caracteriza um bloco de ações utilizadas na resolução de um problema. Um desses grupos está voltado à procura do entendimento da situação analisada. O levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação são indicadores da AC que constituem esse grupo.

Dessa forma, durante essa atividade os alunos irão utilizar alguns desses indicadores, como por exemplo o levantamento de hipóteses, que indica o momento que são atribuídas presunções a respeito de um determinado assunto, e o teste de hipóteses, que se refere aos momentos em que se coloca à prova as hipóteses levantadas anteriormente.

É importante que o aluno compreenda que ele é o principal responsável pela resolução do problema proposto, tendo a percepção de que esse problema apresenta alguma relação com a sua vivência. Sendo assim, o professor deverá criar meios para que tudo isso ocorra, promovendo estratégias capazes de colocá-lo como protagonista da situação (SILVA et al., 2017).

De acordo com Carvalho (2013), em uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) poderão ser utilizados problemas experimentais como, por exemplo, práticas realizadas no laboratório ou problemas não experimentais, que utilizam outros meios para serem demonstrados aos alunos. Para a SD presente neste trabalho foram construídas atividades que apresentam problemas não experimentais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou a presente pesquisa, supunha-se que muitos alunos do ensino médio apresentavam dificuldade em aprender os principais conteúdos relacionados à genética, especificamente às leis de Mendel.

Com base na literatura utilizada neste trabalho e nos dados coletados a partir das atividades que foram desenvolvidas com os alunos, constata-se que, de fato, os tópicos associados à genética são complexos e, muitas vezes, os alunos têm dificuldade em aprendê-los. Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral construir e analisar o uso de uma SD composta por jogos, dinâmicas, atividades lúdicas e investigativas para o ensino e aprendizagem dos principais assuntos relacionados à primeira lei de Mendel, pois considera-se que aprender esse conteúdo é fundamental para o aluno compreender os demais conteúdos associados à genética.

O experimento realizado evidencia e corrobora com o que foi encontrado na literatura consultada, isto é, uma SD composta por atividades lúdicas e investigativas pode ser uma ferramenta relevante capaz de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem.

Apesar de a SD não ter sido desenvolvida totalmente com os alunos, devido à paralisação ocasionada pela Pandemia do novo Coronavírus, durante as etapas que foram possíveis de ocorrer, mesmo apresentando dificuldade de escrita e interpretação em algumas questões, os estudantes se mostraram participativos e envolvidos durante a sua aplicação. Ademais, seria muito interessante trabalhar os outros momentos da SD com os alunos, visto que neles pode-se encontrar diversas atividades lúdicas. Por conseguinte, a participação dos alunos nessas atividades poderia ser ainda maior.

É importante enfatizar que, mesmo os alunos tendo participado de maneira efetiva durante a aplicação da SD, compreendemos que para ocorrer uma transformação considerável nos conceitos desses alunos perante o conhecimento científico que abrange a genética não é um processo fácil. Porém, ao dar oportunidade para os educandos refletirem, interagirem e participarem efetivamente em cada atividade presente na SD, é atribuído a eles uma responsabilidade maior na construção do conhecimento.

Logo, como perspectiva de trabalhos futuros, há a necessidade de aplicar essa SD de maneira integral em outras turmas do ensino médio, no intuito de averiguar a sua relevância no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, é preciso verificar a possibilidade de se construir e utilizar outras SD, com perfis semelhantes à utilizada neste estudo, para trabalhar com os diversos conteúdos pertencentes à genética, inclusive à segunda lei de Mendel.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

Pretendo realizar a aplicação integral dessa sequência didática, tendo em vista que o seu desenvolvimento ficou comprometido, devido à Pandemia do novo Coronavírus. Além disso, proponho modificar algumas atividades presentes na SD para trabalhar não somente a primeira lei de Mendel, mas também a segunda lei de Mendel. Por exemplo, as atividades “cruzamento nos palitos” e “meiose na lata” já foram repensadas e, pelo visto, serão bem adaptadas à segunda lei de Mendel e até melhores empregadas para trabalhar esse tópico. Para mais, após a realização da defesa do TCM e a conclusão do curso, tenho o objetivo de escrever artigos relacionados à SD e sua utilização para publicação em periódicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. N. **Educação Lúdica: técnicas e jogos pedagógicos**. 11. ed. São Paulo: Loyola, 2003.

ALVES, I.; LIMA, V. M. R. do.; GESSINGER, R. M. Uma proposta de ensino sobre o tema sexualidade para a educação de jovens e adultos. In: RAMOS, M. B. J.; FARIA, E. T. (orgs.). **Aprender e Ensinar: diferentes olhares e práticas**. Porto Alegre: PUCRS, 2011.

AMARAL, P. do. **Hereditariedade e natureza da ciência: o uso da abordagem histórico-filosófica no ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ. Rio de Janeiro, p. 192. 2015. Disponível em: <http://dippg.cefetj.br/ppcte/attachments/article/81/2015%20%20HEREDITARIEDAD E%20E%20NATUREZA%20DA%20CI%20%C3%80NCIA%20~.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: **Encontro Internacional de Formação de Professores – ENFOPE**, Fórum Permanente Internacional de Inovação Educacional – FOPIE, 2017, Aracaju, v.10, Anais... Aracaju: Universidade Tiradentes (UNIT), maio, 2017, p. 1-11. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/issue/view/11/showToc>. Acesso em: 05 maio 2020.

ARAÚJO, M. S.; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis - PI. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, Universidade Cruzeiro do Sul, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018. ISSN 2179-426X. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1300/943>. Acesso em: 02 maio 2020.

ARMSTRONG, D. L. P.; BARBOZA, L. M. V. **Metodologia do ensino de ciências biológicas e da natureza**. 1. ed. Curitiba: InterSaber, 2012.

AZEVEDO, M. C. P. S de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1. ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2016. 154 p.

BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha? **Genética na Escola**, v. 11, n. 2, p. 286-293, 2016. Disponível em: https://7ced070d-0e5f-43ae-9b1c-aef006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf. Acesso em: 01 dez. 2020.

BARDIN L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007, p. 165-175.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio, parte III):** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio:** ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, Brasília, v. 2, p. 135, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 24 Abril 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de doenças de condições crônicas e infecções sexualmente transmissíveis. **O que é HIV.** 2020. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/publico-geral/o-que-e-hiv>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia:** uma proposta para favorecer a aprendizagem. São Paulo: UNESP, Botucatu, 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf> acesso em: 13 mar. 2020.

CARBINATTO, B. Diferenças genéticas podem influenciar predisposição para Covid-19. **Superinteressante.** São Paulo: Editora Abril, 2020. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/diferencas-geneticas-podem-influenciar-predisposicao-para-covid-19/>. Acesso em: 10 set. 2020.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

CRUZ, P. F. Autoria de pensamento e construção de conhecimento: uma questão de aprendizagem. In: RAMOS, M. B. J.; FARIA, E. T. (orgs.). **Aprender e Ensinar: diferentes olhares e práticas**. Porto Alegre: PUCRS, 2011. P. 87-96. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/Ebooks//Pdf/978-85-397-0076-9.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2020.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

DUZ, L. M. **Evolução Tecnológica dos exames de paternidade e sua validade jurídica**. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Piracicaba, São Paulo. p. 87. 2007.

EDUCAÇÃO. Câmara em ação: aqui, você também legisla pela nossa cidade. **Jornal Câmara Municipal de Itaúna**, 2. ed. p. 1-24, out. 2015. Disponível em: https://www.cmitauna.mg.gov.br/sitedata/filesdt/noticiasLe/324/camara_em_acao_web.pdf. Acesso em: 06 dez. 2020.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) - **Transgenia**: quebrando barreiras em prol da agropecuária brasileira. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>. Acesso em: 26 nov. 2020.

FABRÍCIO, M. F. L.; JÓFILI, Z. M. S.; SEMEN, L. S. M.; LEÃO, A. M. A. C. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. **ENSAIO - Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 83-103, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172006080106>. Acesso em: 02 maio 2020.

FREITAS, R. P.; SOUZA, K.F.C.; OLIVEIRA, M.R.; COSTA, A.G.; SANTOS, J.D.; ALECRIM, P.H.; CONCEIÇÃO, J.K.T.; HECKMANN, M. I. O. Jogo da queimada: Uma prática para o Ensino de Genética. **Genética na escola**, v.6, n. 2, p. 46-53, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281714756_Jogo_da_Queimada_Uma_Pratica_para_o_Ensino_da_Genetica. Acesso em 19 ago. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

HENDERSON, M. **50 ideias genética que precisa mesmo de saber**. Tradução de Isabel Ferro Mealha e Eduarda Melo Cabrita. 1. ed. Alfragide: D. Quixote, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Município selecionado: Itaúna, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itauna/panorama>. Acesso em: 09 set. 2020.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 145. 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81922>. Acesso em: 04 fev. 2020.

KLEIN, T. A. D. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: possíveis interconexões na construção do conceito de biotecnologia. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 195, Agosto 2012. ISSN 1415-2150. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n2/1983-2117-epec-14-02-00137.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

KRAEMER, M. L. **Quando brincar é aprender**. São Paulo: Loyola, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4^a ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, 2008.

LEAL, C. A.; MEIRELLES, R. M. S.; RÔÇAS, G. O que estudantes do ensino médio pensam sobre genética? Concepções discentes baseada na análise de conteúdo. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 5, n. 13, 2019. Disponível em: <http://periodicos.uern.br/index.php/RECEI/article/view/3110/1930>. Acesso em: 09 dez. 2020.

LEITE, L. S.; RAMOS, M. B. A metodologia ativa no ambiente virtual de aprendizagem. In: SILVA, A. R. L. da; BIEGING, P.; BUSARELLO, R. I. (orgs.). **Metodologia ativa na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2017. 150 p. Disponível em: <https://www.pimentacultural.com/metodologia-ativa-na-educacao>. Acesso em: 18 abr. 2020.

LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O. de.; SILVA, V. V. da.; SANTOS, A. M. dos. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. **RECH – Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, ano 1, v. 1, n. 1, p. 400-413, jul/dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/4749/3855>. Acesso em: 02 dez. 2020.

MACEDO, D. M. et al. As mídias digitais como recurso didático para o ensino de genética e biologia molecular. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 7, n. 7, p. 134-148, 2015. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/view/331>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MARTINS, I. C. P.; BRAGA, P. E. T. Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular. **Revista Essentia**, Sobral, v. 16, n. 2, p. 1-21, 2015. Disponível em: <https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/27>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MINAS GERAIS, SEE. **Conteúdo Básico Comum (CBC) de Biologia no Ensino Médio**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação, 2007. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/cbc>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MINGRONI-NETTO, R. C. Dominante ou recessivo? **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética v. 7, n. 2, p. 28-33, 2012. Disponível em: https://7ced070d-0e5f-43ae-9b1c-aef006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_b5c725a4e6bd4a2fa8bbbd063e977a2d.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982. 112 p.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Revista Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167- 174, 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/13912>. Acesso em 02 dez. 2020.

MOURA, M. M. M. de; FALCÃO, R. A. O ensino de Genética e suas contribuições para compreensão da temática organismos transgênicos. In: **V Encontro de Pesquisa Educacional em Pernambuco – V ENPEPE**, 2014. Disponível em: https://www.fundaj.gov.br/images/stories/epepe/V_EPEPE/EIXO_3/MARIAMARILANEMONTEIRODEMOURA-CO03.pdf. Acesso em 05 dez. 2020.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G.; FERREIRA, U. V. da S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química. **HOLOS**, ano 26, v. 5, p. 166-175, 2010. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/567>. Acesso em: 23 abr. 2020.

PECHLIYE, M. M. (org.). **Ensino de Ciências e Biologia: a construção de conhecimentos a partir de sequências didáticas**. São Paulo: Baraúna, 2018. 168 p.

PIERCE, B. A. **Genética: Um Enfoque Conceitual**. Tradução de Beatriz Araujo do Rosário. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan LTDA , 2016.

REECE, J.B.; URRY, L.A.; CAIN, M.L.; WASSERMAN, S.A.; MINORSKY, P.V.; JACKSON, R.B. **Biologia de Campbell**. 10. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1488 p.

RIZZON, M. Z.; VILLAS-BOAS, V. Oficina de genética: família saraiva e seus genes – os filhos são diferentes, mas todos são saraiva. **Scientia cum Industria**, v. 3, n. 3, 152-157, 2015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Valquiria_VillasBoas/publication/295878230_Oficina_de_Genetica_Familia_Saraiva_e_seus_genes__os_filhos_sao_diferentes_mas_todos_sao_Saraiva/links/5f2c21fe458515b7290859e7/Oficina-de-Genetica-Familia-Saraiva-e-seus-genes-os-filhos-sao-diferentes-mas-todos-sao-Saraiva.pdf. Acesso em: 19 dez. 2020.

SANT'ANNA, H. P. et al. Alelos e cores: integrando transcrição, tradução e interações alélicas. **Genética na Escola**, v. 15, n. 2, p. 142-163, 2020. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com/c%C3%B3pia-volume-15-n-1>. Acesso em: 09 jan. 2021.

SANTOS, J. C. F. dos. O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. **Revista UNIABEU**, v. 1, n. 1, p. 9-14, 2008. Disponível em: <https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/download/66/113>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SANTOS, D. N.; FIGUEREDO, P. S.; MELO, N. P. S. dos.; PRADO, S. F.; RODRIGUES, A. F. A. S. da.; SANTOS, J. R. dos.; GUARESI, R. Realidade e tendências no ensino de biologia no Brasil: análise de conhecimento vocabular em fragmento de livro didático por estudantes de 1º ano do ensino médio. **Língua@Nostr@**, Canoas, v. 2, n. 1, jan-jul. 2014, p. 32-48. Disponível em: <https://www.linguanostra.net/index.php/Linguanostra/article/view/22>. Acesso em: 02 dez. 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 20 out. 2020.

SCARPA, D. L.; TRIVELATO, S. L. F. A linguagem e a alfabetização científicas: características linguísticas e argumentativas de artigos científicos. **Genética na escola**, Ribeirão Preto, v.7, n.2, p. 46-57, 2012. Disponível em: https://7ced070d0e5f43ae9b1caef006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_b5c725a4e6bd4a2fa8bbbd063e977a2d.pdf. Acesso em: 01 dez. 2020.

SILVA, A. A.; REIGOTA, M. **Ciência e poesia em diálogo: uma contribuição à educação ambiental**. QUAESTIO, Sorocaba, SP, v. 12, p. 139-153, nov. 2010. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/196-Texto%20do%20artigo-208-1-10-20110704%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/196-Texto%20do%20artigo-208-1-10-20110704%20(4).pdf). Acesso em: 08 dez. 2020.

SILVA, J. L. et al. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, p. 189-200, 2012. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2012/quimica_artigos/videos_didaticos_aulas_quimica.pdf. Acesso em: 12 maio 2020.

SILVA, A. A. da.; VIANA, A.; JUSTINA, L. A. D. Um estudo sobre o DNA no ensino médio: história da ciência e CTS. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, no. 2, 136-163, 2016. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID315/v11_n2_a2016.pdf. Acesso em: 07 dez. 2020.

SILVA, A. da; GARCIA, A. F. G.; RIBEIRO, S. F. C. da; JESÚS, S. F. de. Metodologias ativas: um desafio para o trabalho da orientação. In: SILVA, A. R. L. da; BIEGING, P.; BUSARELLO, R. I. (orgs.). **Metodologia ativa na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2017. 150 p. Disponível em: <https://www.pimentacultural.com/metodologia-ativa-na-educacao>. Acesso em: 16 abr. 2020.

SILVA, R. N. O. Projetos de ensino - Genética, a culpa é sua?: divulgando e transmitindo conceitos de genética - uma prática que constrói. In: **VI Congresso Nacional de Educação - VI CONEDU**, 2019, Fortaleza - CE. Anais VI CONEDU, Campina Grande - PB: Realize, 2019. v. 1. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62277>. Acesso em: 04 maio 2020.

SILVA, C. C. DA.; CABRAL, H. M. M.; CASTRO, P. M. D. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD - Educação Temática Digital**, v. 21, n. 3, p. 718-737, 26 jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8651972>. Acesso em: 05 set. 2020.

SILVA, B. R. da.; SILVA, T. R. da. Genética no ensino fundamental: representações didáticas na aprendizagem do mendelismo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 24-38, 2020. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID711/v15_n1_a2020.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

SOUZA, A. **Primeira Lei de Mendel: jogos didáticos, uma proposta para favorecer a aprendizagem**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense: produção didático pedagógica, 2012. Curitiba: SEED/PR., 2012. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <https://escolainterativa.diaadia.pr.gov.br/odas/primeira-lei-de-mendel-jogos-didaticos-uma-proposta-para-favorecer-a-aprendizagem> Acesso em: 08 mar. 2019.

SOUZA, A. L. A. de.; VILAÇA, A. L. A. de.; TEIXEIRA, H. J. B. Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação. In: COSTA, G. M. C. (org.). **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020. 642 p. Disponível em: <https://editoraigm.com.br/wp-content/uploads/2020/03/Metodologias-Ativas-m%C3%A9todos-e-pr%C3%A1ticas.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

TELES, V. S.; SOUZA, J. S.; DIAS, E. S. O lúdico no ensino de genética: proposição e aplicação de jogo didático como estratégia para o ensino da 1ª lei de Mendel. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 2, p. 311-333, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11397>. Acesso em: 06 set 2020.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 3 set-dez, p. 358-372, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13619/pdf>. Acesso em: 04 de dez. 2020.

VASCONCELOS, F. C. C. G.; LEÃO, M. B. C. A utilização de programas de televisão como recurso didático em aulas de Química. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**. Brasília, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/ENEQ2010-PROGRAMASDETV.pdf> Acesso em: 07 abr. 2020.

VENTURIERI, G. A.; ROSA, V. L. da. **Genética clássica**. Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC, 2010. 116 p. (Biologia: licenciatura a distância, 6). Disponível em: <https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Cl%C3%A1ssica.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

YOU TUBE. **Meiose - divisão celular em mais biologia, com Roger Maia**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JNTuBFIVUz4>. Acesso em: 03 abr. 2019.

YOU TUBE. **Mendel e a ervilha - Os seis experimentos que mudaram o mundo**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg>. Acesso em: 15 mar. 2019.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

APÊNDICE A – Questionários: pré-teste e pós-teste

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Universidade Federal de Minas Gerais

Questionário de Avaliação do Conhecimento Sobre Genética

O questionário a seguir faz parte da avaliação de uma Sequência Didática (SD) sobre os princípios da Genética Mendeliana, que está sendo desenvolvida como parte do trabalho de mestrado desenvolvido no PROFBIO. Responda a esse questionário com sinceridade, sabendo que será anônimo. Em cada questão, assinale todas as alternativas que julgar corretas.

1) Você acha que os filhos sempre se parecem com os genitores?

- a) Sim, sempre.
- b) Não, nunca.
- c) Às vezes não se parecem com os pais, alguns se parecem com avós ou tios.
- d) Às vezes os filhos são uma mistura do pai e da mãe.
- e) Quando não se parecem é porque não são filhos legítimos.

2) Como você acha que as doenças hereditárias são transmitidas para os filhos (as)?

- a) Através do sangue, pois o sangue do filho se mistura com o sangue da mãe e do pai.
- b) Através do espermatozoide, pois ele é o responsável por carregar essas doenças.
- c) Através do DNA dos genitores, que pode carregar essas doenças.
- d) Não sei como isso acontece.

3) Por que o teste de paternidade atualmente é uma análise de DNA?

- a) Não sei o porquê, mas sei que funciona.
- b) Porque as análises anteriores apenas excluía quem não poderia ser genitor.
- c) Porque o teste é baseado na tipagem sanguínea dos indivíduos.
- d) Porque os laboratórios ganham mais dinheiro com isso.
- e) Porque as bases da hereditariedade estão no DNA.
- f) Não sei e não tenho qualquer interesse em saber.

4) Na sua opinião, o estudo da genética é importante?

- a) Sim, pois através da genética é possível prever as características que os filhos herdarão: cor dos olhos, altura, doenças, etc.
- b) Não acho importante, pois acredito que não devemos mexer no DNA das pessoas.
- c) Sim, porque a genética nos proporciona um conhecimento direto com os nossos antepassados, a partir do estudo do DNA.
- d) Sim, pois os testes de paternidade estão relacionados com a genética. Então, a genética possibilita encontrar os pais biológicos de uma determinada criança.
- e) Não sei o que é genética.

5) Pode acontecer de um filho ou filha “puxar” mais as características de um dos genitores. Na sua opinião, por que isso ocorre?

- a) Porque o sangue do pai se mistura com o sangue da mãe e vice-versa. Então, os determinantes que estiverem no sangue mais forte aparecerão nos filhos.
- b) Porque alguns determinantes podem ficar escondidos no DNA e a característica pode voltar a aparecer em outras gerações.
- c) Porque existem determinantes que destroem os demais.
- d) Normalmente, o filho puxa mais o pai, e a filha herda mais as características da mãe.

6) Imagine que um pesquisador fez um cruzamento entre plantas de raça pura, sendo uma planta alta e a outra anã. As plantas resultantes desse cruzamento eram todas altas. Na sua opinião, o que aconteceu para justificar isso?

- a) As plantas altas são mais fortes do que as anãs.
- b) A mistura de alta com anã dá uma mistura que ainda é alta.
- c) Os determinantes para ser anã ainda estão nas plantas geradas no cruzamento, mas não interferem na característica.
- d) A altura da planta só depende do solo em que é plantada.

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
Universidade Federal de Minas Gerais
Questionário de Avaliação do Conhecimento.

Responda a este questionário com sinceridade, sabendo que será anônimo. A não ser quando indicado na questão, escolha apenas uma alternativa como resposta. Suas respostas servirão para avaliar o questionário e para se ter uma ideia se a Sequência Didática trabalhada foi eficaz para a aprendizagem do conteúdo proposto.

1) Durante o desenvolvimento da Sequência Didática, estudamos os principais conceitos relacionados à 1ª lei de Mendel. Para trabalhar esses conceitos utilizamos algumas estratégias diversificadas: dinâmicas, questionários, vídeos, etc. Marque as atividades (estratégias) que você considerou mais importantes para a sua compreensão e, conseqüentemente, para a sua aprendizagem. Você poderá deixar comentários, expondo a sua opinião sobre as atividades que foram trabalhadas.

() Discussão sobre as questões relacionadas ao vídeo: “Mendel e a ervilha - os seis experimentos que mudaram o mundo.”

() Dinâmica: “Meiose na lata”.

() Atividade com os vídeos: “Qual a melhor ordem?”

() Atividade com as ervilhas: “Cruzamento nos palitos”.

() Atividade: “Heredograma na mesa”.

() Não acho que as atividades realizadas contribuíram para a minha aprendizagem.

Sugestões e/ou comentários:

2) Sobre o vídeo: “Mendel e a ervilha - os seis experimentos que mudaram o mundo”, na sua opinião, você considera:

As questões, acompanhadas das discussões, foram muito relevantes para a aprendizagem do conteúdo.

As questões, acompanhadas das discussões, foram relevantes para a aprendizagem do conteúdo.

As questões, acompanhadas das discussões, foram pouco relevantes para a aprendizagem do conteúdo.

As questões, acompanhadas das discussões, não contribuíram em nada para a aprendizagem do conteúdo.

3) Ao participar da atividade com os vídeos “Qual a melhor ordem”, você acha que:

Os vídeos foram importantes para a sua aprendizagem.

Não foram importantes, pois não aprendi nada com eles.

Os vídeos poderiam ser melhores, pois não entendi muito bem a explicação dos conteúdos.

4) Em relação à prática, “Cruzamento nos palitos”, você achou:

Muito interessante, pois a partir dela consegui compreender a segregação dos alelos e o cruzamento dos gametas, utilizando o quadrado de Punnet.

Interessante, gostei da atividade, mas achei um pouco confusa.

Não achei interessante, pois não aprendi nada com essa prática.

5) Sobre o documentário “Mendel e as ervilhas - os seis experimentos que mudaram o mundo” e a discussão que ocorreu a partir dele, você considera:

Documentário informativo, e a discussão que ocorreu a partir dele foi muito interessante, contribuindo muito para a minha aprendizagem;

Documentário informativo, porém a discussão que ocorreu não foi interessante, pois confundiu ainda mais os meus conceitos que tinha sobre o assunto.

Documentário com poucas informações, e a discussão que ocorreu, não foi interessante;

Documentário com nenhuma informação adicional. A discussão e o documentário não agregaram nenhuma informação nova para mim.

6) Na prática “meiose na lata”, eu achei:

Muito interessante, pois consegui compreender a segregação dos alelos na formação dos gametas.

Interessante, mas não compreendi muito bem a segregação dos alelos na formação dos gametas.

Pouco interessante, pois achei a prática confusa.

Não achei interessante, pois não compreendi nada.

7) Em relação à prática “heredograma na mesa” você considera:

Muito interessante.

Interessante.

Pouco interessante, pois achei a prática confusa.

Não achei interessante, pois não aprendi nada com ela.

8) Sobre a atividade investigativa “O enigma do camundongo amarelo,” eu achei:

Muito difícil, pois o meu grupo não conseguiu compreender as perguntas que foram feitas e, por isso, não conseguimos chegar ao resultado final.

Difícil, mas acho que, através das perguntas e das discussões feitas, foi possível compreender o que ocorreu no caso proposto.

Fácil, pois as perguntas e as discussões realizadas deixaram a atividade fácil de compreender.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESAFIO DO ENSINO DA 1ª LEI DE MENDEL: uma proposta de construção desse conhecimento.

Pesquisador: Mônica Bucciarelli Rodriguez

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20039019.4.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.862.562

Apresentação do Projeto:

A pesquisa possui caráter quali-quantitativo, em que o principal objetivo é analisar se a utilização de uma Sequência Didática (SD), composta por atividades lúdicas e investigativas, proporcionam aprendizagem consistente sobre os principais assuntos relacionados à primeira lei de Mendel. O trabalho proposto será realizado com aproximadamente 80 alunos de dois terceiros anos, do Ensino Médio, de uma escola estadual localizada no município de Itaúna – Minas Gerais: Escola Estadual Professora Geralda Magela Leão de Melo. O trabalho propõe avaliar a utilização de uma SD para trabalhar conceitos fundamentais sobre a 1ª lei de Mendel. Utilizar-se-á um ciclo constituído de pergunta, ação e reflexão. A SD criada usará aproximadamente 10 aulas e será dividida em momentos de avaliação de conhecimentos prévios, uso de vídeos e sua discussão para introduzir a importância e a descrição dos trabalhos de Mendel, atividades interativas para aplicação dos conceitos em problemas reais e cotidianos e, finalmente, uso de um jogo criado para apresentar

características com padrão de herança mendeliana de modo estimulante com o uso de evidências. Todo o processo pedagógico será avaliado conforme estiver sendo desenvolvido. No entanto, os (as) alunos (as) serão avaliados (as)

também através de uma avaliação bimestral. A proposta será trabalhada com alunos (as) do terceiro ano do Ensino Médio, matutino, no segundo semestre de 2019, em uma escola estadual,

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.662.562

localizada no município de Itaúna, Minas Gerais. Os (As) estudantes serão convidados (as) a participar da pesquisa e, após a assinatura dos termos de consentimento pelos pais e assentimento pelos estudantes, responderão a questionários

estruturados ou semiestruturados, aplicado antes do início das atividades da SD e após o seu término, para sua avaliação. Os questionários serão validados com o auxílio de estudantes de Licenciatura em Ciências. Na hipótese apresentada pelos pesquisadores, acredita-se que a grande dificuldade dos (das) alunos (as) em aprender os tópicos fundamentais relacionados à 1ª lei de Mendel pode ser amenizada com a aplicação de uma SD bem estruturada, composta por atividades lúdicas com viés investigativo. Os resultados serão analisados por métodos quali-quantitativos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo apresentados:

Primário: Avaliar a eficácia de uma SD composta por atividades lúdicas e investigativas para compreensão dos principais assuntos relacionados à 1ª lei de Mendel.

Secundário:

- Desenvolver habilidades de análise crítica e questionamento;
- Compreender a importância dos resultados das pesquisas de Gregor Mendel para a genética;
- Apresentar os principais conceitos relacionados à primeira lei de Mendel;
- Construir, com a colaboração dos alunos, um jogo didático investigativo sobre os principais tópicos relacionados à primeira lei de Mendel;
- Trabalhar algumas atividades que colocarão os alunos como protagonistas da situação, promovendo, então, a investigação dos problemas apresentados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: De acordo com os pesquisadores, o desenvolvimento do projeto apresenta risco mínimo de um pequeno desgaste mental ao responder os questionários, assim como algum constrangimento por desconhecer o assunto abordado.

Benefícios: Desenvolvimento da capacidade de opinar de maneira crítica e assertiva sobre um tema corriqueiro, apresentado e/ou discutido nas mídias, ou seja, presente no âmbito da sociedade contemporânea. Aprender, de maneira consistente, os principais conteúdos relacionados à Genética Clássica.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S/ 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.662.562

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante na Grande Área de Ciências Biológicas. Trata-se de uma Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO).

Como solicitado por este CEP, os pesquisadores realizaram algumas modificações na seção de metodologia: o trecho reformulado foi realçado em amarelo no projeto, assim como reproduzido abaixo: "Os estudantes serão convidados a participar da pesquisa, que prevê a avaliação da sequência didática, e, após a assinatura dos termos de consentimento pelos pais e assentimento pelos estudantes, responderão a questionários estruturados ou semiestruturados, aplicado antes do início das atividades da SD e após o seu término, como forma de sua avaliação. Não existe no projeto previsão de produção de vídeos com os participantes.

As atividades da pesquisa que serão aplicadas aos estudantes serão apenas esses dois questionários pré e pós SD para sua avaliação, de preenchimento rápido, que poderão ser respondidos durante intervalos. Se for usado período de aula para o preenchimento dos questionários os estudantes não participantes usarão esse tempo para leitura do capítulo do livro relativo ao assunto. "

O trabalho envolve a construção e avaliação de uma Sequência Didática (SD) com o intuito de ajudar o estudante a compreender conceitos básicos relacionados à genética mendeliana, bem como promover meios para que ele perceba a genética como um importante conteúdo, fundamental para a compreensão da Biologia, e a aplicação dos conhecimentos na vida cotidiana. A SD desenvolvida será usada para ensino de alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada no município de Itaúna-MG, que participarão voluntariamente da pesquisa ao fornecer dados para a avaliação

da SD. A SD, com o propósito de colocar os alunos como protagonistas no processo de ensino aprendizagem, está sendo desenvolvida com algumas atividades com viés investigativo. Serão utilizados como método para coleta de dados para a avaliação, questionários estruturados e semi estruturados, respondidos voluntariamente pelos discentes, com posterior análise quali-quantitativa. A eficácia da SD para a aprendizagem consistente da primeira lei de Mendel, usando atividades com viés investigativo e lúdicas, também será avaliada pelo professor-pesquisador por observação durante as atividades e pelo desempenho nas avaliações escolares regulares. Na hipótese apresentada, acredita-se que a grande dificuldade dos (das) alunos (as) em aprender os tópicos fundamentais relacionados à 1ª lei de Mendel pode ser amenizada com a aplicação de uma

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Si 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.662.562

SD bem estruturada, composta por atividades lúdicas com viés investigativo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Gentileza informar no projeto quais as atividades serão aplicadas aos estudantes que não concordarem em participar do projeto.

De acordo com o que foi solicitado pelo CEP, a seção de Metodologia do projeto sofreu modificações, e o trecho reformulado foi realçado em amarelo no projeto, assim como reproduzido abaixo:

"Os estudantes serão convidados a participar da pesquisa, que prevê a avaliação da sequência didática, e, após a assinatura dos termos de consentimento pelos pais e assentimento pelos estudantes, responderão a questionários estruturados ou semiestruturados, aplicado antes do início das atividades da SD e após o seu término, como forma de sua avaliação.

As atividades da pesquisa que serão aplicadas aos estudantes serão apenas esses dois questionários pré e pós SD para sua avaliação, de preenchimento rápido, que poderão ser respondidos durante intervalos. Se for usado período de aula para o preenchimento dos questionários os estudantes não participantes usarão esse tempo

para leitura do capítulo do livro relativo ao assunto. "

2. E, como parte dos procedimentos propostos é a geração de vídeos com os participantes, pede-se que isso seja explicitado no TCLE/TALE e que seja acrescentado um termo de cessão de uso de imagens. Não existe no projeto previsão de produção de vídeos com os participantes.

3. Não há TCLE para responsáveis pelos participantes menores. Em vez disso, foi solicitada anuência dos responsáveis ao fim do TALE, o que não é possível, devendo correr documentos separados.

Conforme a própria listagem de documentos usados para emissão do parecer (na qual consta o momento em que os documentos foram anexados), copiada a seguir, todos termos já haviam sido anexados em documentos separados.

Além da carta resposta às diligências realizadas por este CEP, foram anexados os seguintes documentos:

-PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO;

-TCLE para o responsável;

-TCLE_maiores;

-TALE_menores;

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Si 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 3.662.562

- Aprovação Câmara do Depto de Biologia Geral;
- Folha de Rosto devidamente assinada;
- Projeto completo;
- Carta convite para participação da Escola.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Tendo em vista que todas as recomendações a foram atendidas, sou, SMJ, favorável à aprovação do Projeto "DESAFIO DO ENSINO DA 1ª LEI DE MENDEL: uma proposta de construção desse conhecimento. Pesquisador Responsável: Mônica Bucciarelli Rodriguez

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1410397.pdf	02/10/2019 19:17:47		Aceito
Outros	carta_resposta.pdf	28/09/2019 13:28:44	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_pesquisa_corrigido.pdf	28/09/2019 13:28:21	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_reponsavel.pdf	30/08/2019 18:33:40	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_maiores.pdf	30/08/2019 18:31:55	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.662.562

Justificativa de Ausência	TCLE_maiores.pdf	30/08/2019 18:31:55	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_menores.pdf	30/08/2019 18:31:38	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito
Outros	aprovacaoDepto.pdf	29/08/2019 15:15:25	Mônica Bucciarelli Rodriguez	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_Andre_Luiz.pdf	29/08/2019 15:15:03	Mônica Bucciarelli Rodriguez	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Cartaconvite_anuencia_escola.pdf	28/08/2019 20:25:46	ANDRE LUIZ DE FREITAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 25 de Outubro de 2019

Assinado por:

Eliane Cristina de Freitas Rocha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br