



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

Vinicyus Coelho Gualberto

Construção de uma Sequência Didática de Caráter Investigativo para o Ensino
de Genética Mendeliana e suas Extensões a partir da Análise de Livros
Didáticos

Florianópolis
2024

Vinicyus Coelho Gualberto

Construção de uma Sequência Didática de Caráter Investigativo para o Ensino de Genética Mendeliana e suas Extensões a partir da Análise de Livros Didáticos

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Norma Machado da Silva

Florianópolis

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gualberto, Vinicyus Coelho

Construção de uma Sequência Didática de Caráter Investigativo para o Ensino de Genética Mendeliana e suas Extensões a partir da Análise de Livros Didáticos / Vinicyus Coelho Gualberto ; orientadora, Norma Machado da Silva, 2024.

111 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ensino de Biologia. 2. Genética Medeliana . 3. Sequência Didática Investigativa. 4. Ensino de Biologia . 5. Ensino por Investigação. I. Silva, Norma Machado da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO. III. Título.

Vinicyus Coelho Gualberto

Construção de uma Sequência Didática de Caráter Investigativo para o Ensino de Genética Mendeliana e suas Extensões a partir da Análise de Livros Didáticos

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 21 de maio de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Evelise Maria Nazari ,Dr^a
Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC

Prof. André de Ávila Ramos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC

Prof. Eduardo Breviglieri , Dr.
Universidade Federal Sul de Santa Catarina- UNISUL

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.



Documento assinado digitalmente
Carlos Rogerio Tonussi
Data: 12/07/2024 18:37:04-0300
CPF: ***.573.388-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Documento assinado digitalmente
Norma Machado da Silva
Data: 12/07/2024 15:42:05-0300
CPF: ***.908.890-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.(a) Norma Machado da Silva, Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis
2024.

"Dedico este trabalho a todos os educadores comprometidos com a transformação do ensino de ciências, na esperança de que nossos esforços contribuam para uma educação mais significativa e acessível a todos os alunos."

AGRADECIMENTOS

Querida Professora Dra. Norma Machado da Silva, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela sua orientação excepcional, pela dedicação incansável, pela presteza e generosidade ao longo do percurso no meu mestrado. Seu conhecimento e seu apoio foram fundamentais para a conclusão desta etapa tão significativa em minha jornada acadêmica.

Não posso deixar de estender meus agradecimentos ao corpo docente da UFSC, cujo comprometimento e excelência contribuíram imensamente para a minha formação ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço também à minha família, aos meus amigos e aos meus colegas, com destaque especial à minha esposa Rita de Cássia Lourenço de Carvalho e ao meu filho Antônio Miguel de Carvalho Gualberto, pelo apoio constante e pela paciência infindável que demonstraram ao longo desses dois anos desafiadores.

À Universidade Federal de Santa Catarina, expresso minha gratidão por disponibilizar espaços, laboratórios e salas de aula, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço à CAPES/ CNPQ e PROFBIO por possibilitar e fomentar a realização deste curso e, conseqüentemente, pela conquista deste título de mestrado. Este feito não teria sido possível sem o suporte e as oportunidades proporcionadas por todos os envolvidos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)-Brasil-Código de Financiamento 001.

"O verdadeiro método da ciência é o método da tentativa e erro, o que significa: hipóteses devem ser livremente propostas." (KARL POPPER, 1963, p. 27)



RELATO DO MESTRANDO

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Mestrando: Vinicyus Coelho Gualberto
Título do TCM: Construção de uma Sequência Didática Investigativa para o Ensino de Genética Mendeliana e suas Extensões a partir da Análise de Livros Didáticos
Ao iniciar o mestrado profissional em Ensino de Biologia na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), eu sabia que estava embarcando em uma jornada desafiadora e enriquecedora. No entanto, jamais poderia imaginar o quanto essa experiência transformaria minha trajetória acadêmica e profissional. Desde o início do programa, fui apresentado a um currículo robusto que abordava tanto os fundamentos da biologia quanto as melhores práticas de ensino e aprendizagem. As disciplinas e atividades propostas me proporcionaram um aprofundamento teórico nas áreas trabalhadas dentro curso. Além disso, tive a oportunidade de conhecer e aplicar metodologias ativas, de caráter investigativo em sala de aula. Através de projetos de pesquisa e intervenções educacionais, pude experimentar uma abordagem mais dinâmica e participativa, estimulando meus alunos a serem protagonistas do seu próprio processo de aprendizagem. Durante o mestrado, também tive a honra de ser orientado por professores altamente qualificados e dedicados. Suas orientações e feedbacks foram fundamentais para o desenvolvimento do meu projeto de pesquisa, que buscou criar uma ferramenta inovadora para auxiliar no ensino-aprendizagem da Genética Mendeliana e suas Extensões. Através do aprofundamento teórico e prático, pude compreender a importância do ensino de Biologia de forma contextualizada, buscando sempre estabelecer conexões entre a teoria e a realidade dos alunos. Esses conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado possibilitaram-me desenvolver materiais educativos de qualidade, que aliam rigor científico e linguagem acessível. O processo de desenvolvimento do produto final do mestrado foi um desafio complexo, mas extremamente gratificante. Através dessa experiência, pude

aplicar minhas habilidades de pesquisa acadêmica, explorar um tema ainda pouco abordado na literatura e contribuir para o campo do ensino de Biologia.

Além das disciplinas e da pesquisa, o mestrado também proporcionou momentos de troca e aprendizado com os demais colegas de turma. As discussões em grupo, os seminários e o ambiente colaborativo foram fundamentais para ampliar minha visão sobre o ensino de Biologia e sobre o próprio processo de formação docente.

Diante disso, posso afirmar que o mestrado profissional em Ensino de Biologia na UFSC foi uma experiência enriquecedora em todos os aspectos. Sou grato por ter tido a oportunidade de participar de um programa de excelência e por ter sido desafiado a expandir meu conhecimento e habilidades como educador.

Com a conclusão deste mestrado, sinto-me preparado para enfrentar os desafios do ensino de Biologia, contribuindo para a formação de alunos críticos e capazes de compreender e aplicar conceitos científicos no seu cotidiano. Estou motivado a continuar buscando aprimoramento profissional e a expandir ainda mais minha contribuição para a educação.

Agradeço a todos os professores, colegas e familiares que estiveram presentes ao longo desta jornada, apoiando-me e encorajando-me a superar cada obstáculo. O mestrado profissional em Ensino de Biologia na UFSC foi uma etapa crucial da minha formação, que me proporcionou um crescimento acadêmico e profissional significativo.

Estou confiante de que as lições aprendidas ao longo deste mestrado serão fundamentais para a construção de uma prática pedagógica sólida e inovadora, comprometida com a formação de alunos conscientes, críticos e engajados.

RESUMO

A Genética Mendeliana e suas extensões fazem parte do conteúdo obrigatório nas aulas de Biologia do ensino médio em todo território nacional. A relevância deste conteúdo pode ser notada, pela frequência com que este tema é abordado tanto no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), quanto nos vestibulares de forma geral. O presente trabalho de pesquisa consiste na análise de três coleções de livros didáticos, utilizadas no ensino médio e posterior elaboração de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) para o ensino de Genética Mendeliana e suas extensões, com foco no ensino médio. Esta proposta visa auxiliar professores e estudantes a mitigar possíveis lacunas no processo de ensino-aprendizagem desta temática utilizando recursos além do livro didático, e possibilitando trabalhar o tema de forma lúdica, descontraída, gerando engajamento e conhecimento. A SDI foi desenvolvida com base na análise de três livros didáticos, artigos científicos e nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A proposta inclui a gamificação por meio de um jogo de tabuleiro chamado "GEN RUN", visando tornar o aprendizado mais atrativo e engajador para os estudantes. Embora a SDI não tenha sido aplicada em sala de aula, sua concepção foi embasada em princípios pedagógicos, visando promover a investigação, o protagonismo dos alunos e a contextualização dos conteúdos. A pesquisa destaca a importância de abordagens inovadoras e contextualizadas no ensino de Ciências da Natureza, contribuindo para a melhoria do ensino de Genética Mendeliana e suas extensões, e para o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais nos estudantes.

Palavras-chave: Livro didático; Ensino por investigação; Ensino de genética; Gamificação.

ABSTRACT

Mendelian Genetics and its extensions are part of the mandatory content in Biology classes throughout the country. The relevance of this content can be noted by the frequency with which this topic is addressed both in National High School Exam (known as ENEM in Brazil) and in tests to enter Universities. This research work consists of the analysis of three collections of textbooks used in biology classes, and subsequent development of an Investigative Didactic Sequence for teaching Mendelian Genetics and its extensions, focusing on high school. This proposal aims to help teachers and students to mitigate possible gaps in the teaching-learning process on this topic. Using resources beyond the textbook, making it possible to work on the topic in a playful, relaxed way, generating engagement and knowledge. The Investigative Didactic Sequence was developed based on the analysis of three textbooks, scientific articles and the guidelines of the Common National Curriculum Base (known as BNCC in Brazil). The proposal includes gamification through a board game called "GEN RUN", aiming to make learning more attractive and engaging for students. Although the investigative Didactic Sequence was not applied in the classroom, its conception was based on pedagogical principles, aiming to promote investigation, student protagonism and the contextualization of content. The research highlights the importance of innovative and contextualized approaches in the teaching of Natural Sciences, contributing to the improvement of the teaching of Mendelian Genetics and its extensions, and to the development of essential scientific skills in students.

Keywords: Textbook; Investigation based teaching; Genetics education; Gamification.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2021.....	25
Tabela 2 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2022.....	25
Tabela 3 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2023.....	25
Tabela 4 - Categorias e Critérios utilizados na análise do conteúdo de Genética Mendeliana e suas extensões de livros didáticos usados no ensino médio	35
Tabela 5 - Análise da Coleção Moderna Plus	40
Tabela 6 - Análise da coleção Ciências da Natureza Lopes & Rosso.....	42
Tabela 7 - Análise coleção Biologia Hoje	44
Tabela 8 - Artigos científicos sugeridos para a pesquisa dos alunos sobre os cientistas apresentados.....	49
Tabela 9 - Perguntas do Jogo	52
Tabela 10 – Gabarito das questões elaboradas para o jogo.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Assuntos abordados no Enem de 2012 a 2022.....	18
Figura 2 - Quantidade de questões de Biologia por temática (2012 a 2022) no ENEM.....	19
Figura 3 - Percentual de questões cobradas (2012 a 2022) dos vestibulares da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) na área de Biologia.....	20
Figura 4 - Quantidade de Questões de Biologia cobradas (2012 a 2022) do vestibular da UFSC	21
Figura 5 - Coleção Moderna Plus, editora Moderna.	36
Figura 6 - Coleção Ciências da Natureza LOPES & ROSSO, editora Moderna.	37
Figura 7 - Coleção Biologia Hoje, editora Ática.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADN	Ácido Desoxirribonucleico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COPERVE	Comissão Permanente do Vestibular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EnCI	Ensino de Ciências por Investigação
HQ	Histórias em Quadrinhos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
NEM	Novo Ensino Médio
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
SD	Sequência Didática
SDI	Sequência Didática Investigativa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

RELATO DO MESTRANDO	8
1. INTRODUÇÃO	13
1.1 OS FUNDAMENTOS DA GENÉTICA MENDELIANA, OS DESAFIOS NO ENSINO E SUA RELEVÂNCIA EM CONCURSOS E VESTIBULARES.....	14
1.2 A IMPORTÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO- APRENDIZAGEM NA REDE PÚBLICA BRASILEIRA	22
1.3 AS CONTRIBUIÇÕES DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA GENÉTICA MENDELIANA.....	26
1.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (S.D.I)	28
2. JUSTIFICATIVA.....	32
3. OBJETIVOS.....	33
3.1 OBJETIVO GERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4. METODOLOGIA	34
4.1 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS	34
4.2 CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (S.D.I.)	38
4.2.1 Jogo de tabuleiro “GEN RUN”	38
5. RESULTADOS.....	40
5.1 ANÁLISE DAS TRÊS COLEÇÕES	40
5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)	45
5.2.1 Sequência Didática Investigativa Proposta	47
<i>Como Jogar “Gen Run”</i>	<i>51</i>
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
6.1 ANÁLISE DO CONTEÚDO TEÓRICO	60
6.2 RECURSOS VISUAIS	69
6.3 ATIVIDADES (ASPECTOS PEDAGÓGICO- METODOLÓGICOS).....	71
6.4 RECURSOS COMPLEMENTARES	72
6.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA.....	75
CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICE A – S.D.I. DESENVOLVIDA	91

1. INTRODUÇÃO

O professor de Biologia atua como um arquiteto do código da vida, guiando os estudantes no intrincado labirinto do DNA. Sua missão não está apenas em transmitir informações, mas instigar a curiosidade sobre a essência da herança genética, capacitando as mentes do futuro a fim de desvendar os segredos da vida e contribuir para os avanços significativos na compreensão e na aplicação da genética no contexto escolar. De acordo com Freire, “ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão da prática” (Freire, 1991, p.58), ou seja, a formação como educador é um contínuo processo de construção na prática e na reflexão.

Segundo Freire (1991), o professor precisa ser um pesquisador e busca uma crescente necessidade de melhorar as práticas docentes e estabelecer uma conexão efetiva entre os estudantes e os conteúdos trabalhados em sala de aula a fim de promover a participação e o protagonismo do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Haja vista que, conforme preconizado por Freire (2003), o papel do professor não se resume a ser um facilitador, mas sim um mediador efetivo nesse processo.

Cabe ao professor, no processo de construção do conhecimento da genética mendeliana, orientar os alunos na compreensão dos princípios fundamentais estabelecidos por Mendel, proporcionando explicações claras e atividades práticas que facilitem a assimilação do conteúdo. Ademais, o educador deve incentivar a participação ativa dos alunos, a fim de promover o pensamento crítico e estabelecer conexões entre os conceitos genéticos e as situações do mundo real, visando à construção de um aprendizado significativo. Considerando tais aspectos, é pertinente a avaliação de livros didáticos com relação a diferentes pontos, tais como: sua contribuição para o protagonismo do estudante, se contribui para que ele faça correlações com seu cotidiano, se traz propostas que instiguem a curiosidade e senso crítico. Tais análises também podem trazer subsídios para a construção de sequências didáticas complementares ao livro didático, que possam ajudar os professores a trabalhar assuntos considerados complexos de maneira mais atrativa, estimulando uma certa independência do estudante nesse processo de construção do conhecimento.

1.1 OS FUNDAMENTOS DA GENÉTICA MENDELIANA, OS DESAFIOS NO ENSINO E SUA RELEVÂNCIA EM CONCURSOS E VESTIBULARES

Segundo Snustad e Simmons (2008), a genética mendeliana surgiu a partir de estudos realizados por Gregor Mendel no monastério da cidade de Brunn, atualmente chamada de Brno, e publicados no ano de 1865. Para compreender a importância dos trabalhos desenvolvidos por Gregor Mendel, foi necessário conhecer um pouco sobre a vida e o trabalho desse pesquisador, hoje considerado o pai da genética.

Mendel nasceu no dia 20 de julho de 1822, na República Tcheca, filho de camponeses de origem simples, e ingressou no monastério da cidade de Brno, da ordem de Santo Agostinho com apenas 21 anos de idade (Corcos; Monaghan, 1993 *apud* Brandão; Ferreira, 2009). De acordo com esses autores, Mendel estudou Física, Matemática e História Natural na Universidade de Viena entre os anos de 1851 e 1853.

Mendel destacou-se por ter adotado procedimentos metodológicos científicos e criteriosos. Destacaram-se os fatos de ter analisado um caráter por vez, trabalhando com parentais puros, e ter quantificados os dados. Mendel teve seu trabalho publicado em 1865, mas só veio a ter reconhecimento 35 anos depois no início de Século XX. Após Mendel ter realizado centenas de cruzamentos entre ervilhas nos canteiros do monastério, ele concluiu por observação, uma determinada relação matemática nos resultados dos cruzamentos realizados por ele. Nesse contexto, surge o que mais tarde viria a ser conhecida como a primeira Lei de Mendel ou “Princípio da Segregação dos Caracteres”. Essa lei afirma que cada característica é condicionada por um par de fatores, um herdado da mãe e o outro do pai, que se separam na formação dos gametas. Tempos depois e de posse dos conhecimentos adquiridos, Mendel resolve “brincar”, cruza e analisa resultados obtidos a partir do cruzamento de indivíduos parentais puros para outras características em simultâneo, tentando perceber um padrão, duas das características observadas ao mesmo tempo, foram: ervilhas de sementes lisas/ rugosas e de cor amarela/ verde. Desse experimento, surge o que viria a ser mais tarde intitulada como a Segunda Lei de Mendel ou a Lei da Segregação Independente, deduzindo que “na formação dos gametas, os diferentes pares de

fatores se segregam independentemente, de tal forma que cada gameta recebe apenas um fator de cada par” (Snustad; Simmons, 2008).

De acordo com Griffiths (1993), depois de analisar diversos trabalhos bibliográficos realizados por estudantes, tanto norte-americanos quanto europeus, evidenciou-se a baixa capacidade de entendimento dos conceitos básicos de genética mendeliana por parte deles. Vale salientar que, conforme preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), o conteúdo de genética deve ser trabalhado ao menos em um dos três anos do ensino médio, e estar presente nos livros didáticos do ensino médio.

Entretanto, em pleno Século XXI, um dos maiores problemas para o ensino de genética apontado por professores de biologia, atuantes no Ensino Médio, pode ser atribuído aos materiais didáticos. Dentre as necessidades formativas, indicadas por esses profissionais, a primeira delas era a não facilitação do processo de ensino-aprendizagem (Sarmieri; Justina, 2004), uma vez que o vocabulário, segundo Moura *et al.* (2013), é muito técnico e não facilita o aprendizado, tendo em vista o vocabulário restrito por parte dos estudantes. Além disso, Moura *et al.* (2013) mencionam que devido os poucos exercícios para praticar os conteúdos trabalhados e, também citam a grande dificuldade que os alunos apresentavam com a matemática básica.

Nesse contexto, o ensino da genética ainda é visto por boa parte dos estudantes como sendo algo extremamente abstrato, com pouca relação com o cotidiano. Segundo Moura *et al.* (2013, p.168),

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. Percebe-se então que as dificuldades estão relacionadas às mais diversas formas de compreensão como os cálculos expressivos, terminologias, conceitos, materiais didáticos e muitos outros fatores. Diante disso, percebemos a dificuldade que os alunos apresentam na compreensão dos assuntos abordados em sala de aula.

Lorbieski e Rodrigues (2010) reforçam essa constatação ao salientarem que há lacuna na falta de interrelação entre os conteúdos e a relação com o cotidiano. Nesse sentido, percebeu-se que os estudantes não conseguem relacionar temas como divisão celular, perpetuação da vida e transmissão de características. A opinião de pesquisadores, tais como, Lima, Pinton e Chaves (2007), da área de genética

mendeliana convergiu para o mesmo ponto: a dificuldade de assimilação e de compreensão dos conceitos básicos de genética em todos os níveis de ensino.

Uma das áreas de difícil compreensão para o ensino de biologia devido à complexidade dos fenômenos a que se refere a discussão sobre a sua construção conceitual é a genética, e vários estudos mostram que os conceitos de genética são difíceis de serem trabalhados no ensino de biologia, sendo apresentados de forma distorcida por estudantes em diferentes níveis de ensino, incluindo o ensino universitário (LIMA; PINTON; CHAVES, 2007, p.3).

É importante destacar o empenho e o interesse por parte de professores e de pesquisadores da área em mitigar esta lacuna entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e a vida real dos alunos. Para Camargo e Infante-Malachias (2007), existem relatos importantes e animadores sobre a abordagem da genética. Esses autores afirmaram que, quando o tema abordado envolve a genética humana, os estudantes se tornam mais interessados, alegando que, dessa forma, o conteúdo deixa a abstração e ganha tons de algo mais palpável, menos abstrato e mais presente no dia a dia.

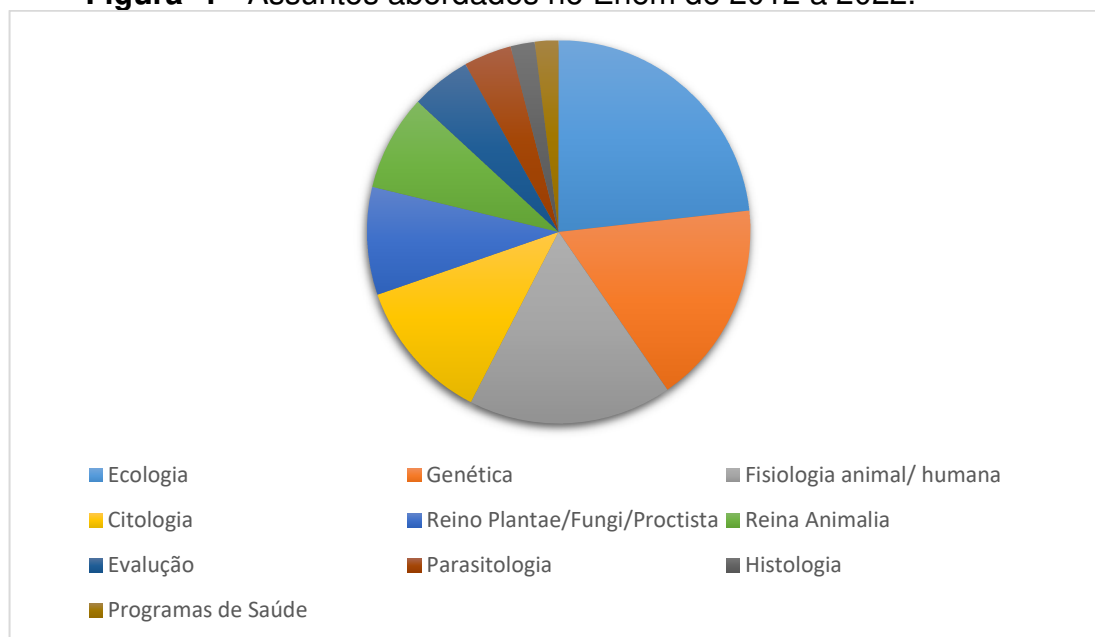
Na perspectiva de Moura *et al.* (2013, p. 169), “no Brasil, os tópicos de genética fazem parte do conteúdo de Biologia ensinado na 3ª série do ensino médio, no entanto, este conteúdo não é bem aceito pela maioria dos alunos do ensino público, muito em função de sua complexidade”. Essa afirmação reforça as dificuldades já mencionadas anteriormente para o ensino de genética mendeliana no ensino médio brasileiro.

O ensino de biologia, especialmente na área de genética, nas escolas públicas do Brasil, ainda é percebido como abstrato e distante da realidade dos alunos. Haja vista que muitos temas são abordados de maneira superficial e complexa nos livros didáticos, o que torna a compreensão dos alunos mais desafiadora. Entende-se que falta de recursos tecnológicos nas escolas e a carência de atividades interdisciplinares e contextualizadas são também elementos que contribuem para a dificuldade dos alunos em assimilar a relevância da genética na sociedade. Além disso, existem outros desafios a serem superados, como a importância do assunto para os estudantes e como esses enxergam a temática. Nesse viés, estudantes citam os conteúdos de genética como complexos e pouco atrativos, uma vez que a ausência de conexão entre os temas discutidos em sala de aula e sua aplicação prática na criação de tecnologias, bem como a abordagem superficial e intrincada presente nos

livros didáticos, a falta de preparo adequado por parte dos educadores responsáveis pela disciplina e a não integração dos conteúdos com a vivência dos alunos. Esses elementos colaboram para a alienação de um considerável número de estudantes em relação aos tópicos de genética e biologia (Moura *et. al.*, 2013).

A importância do conteúdo de genética dentro do ENEM é destacada pela presença significativa de questões relacionadas a esse tema nas provas ao longo dos anos, evidenciando a relevância do ensino de genética no processo de aprendizagem durante o Ensino Médio brasileiro. A análise dos resultados identificou a importância atribuída a esse conteúdo, contribuindo para a formação educacional dos estudantes e sua relevância na sociedade atual (NASCIMENTO *et. al.*, 2020).

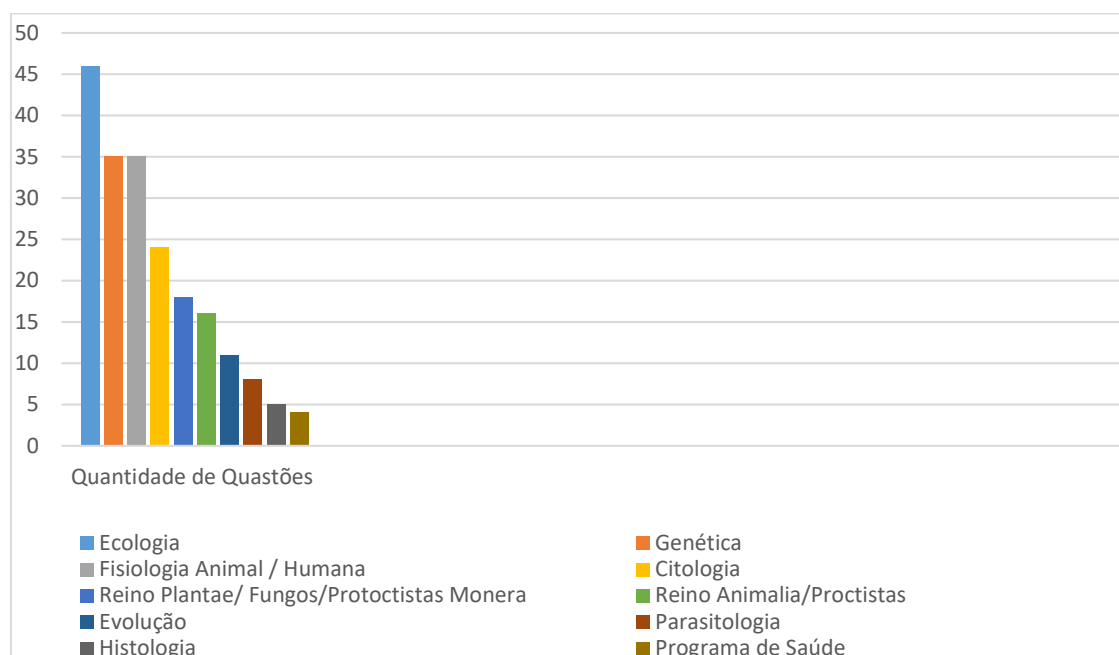
Após a análise das últimas provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias referentes ao ENEM, desde 2012 até 2022, disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira, tem sido observada uma crescente demanda do tema "genética" neste sistema de avaliação. Entre os anos de 1998 e 2019, cinquenta questões relacionadas a genética foram identificadas nas provas do ENEM, sendo que dessas havia quatorze questões de genética mendeliana (NASCIMENTO, 2020). Assim, o ensino de genética na educação básica assume um papel fundamental para os estudantes brasileiros, uma vez que representa um dos tópicos de Biologia mais recorrentes abordados em exames, concursos e vestibulares. Ainda de acordo com dados do INEP, o tema Genética foi contemplado em 17% das questões em 10 anos do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), de 2012 a 2022 (Figura 1).

Figura 1 - Assuntos abordados no Enem de 2012 a 2022.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados da plataforma do INEP (2023)

Ao se fazer a análise, levando em consideração o número absoluto de questões utilizadas no ENEM neste mesmo período, consegue-se observar de forma clara a relevância desta temática para este exame, que abrange todo o território nacional. Foram contabilizadas 35 questões de genética, em um conjunto de 202 questões ofertadas neste mesmo período (Figura 2). Esses números posicionam a Genética como o segundo tema de Biologia mais frequente no ENEM nesse período.

Figura 2 - Quantidade de questões de Biologia por temática (2012 a 2022) no ENEM.

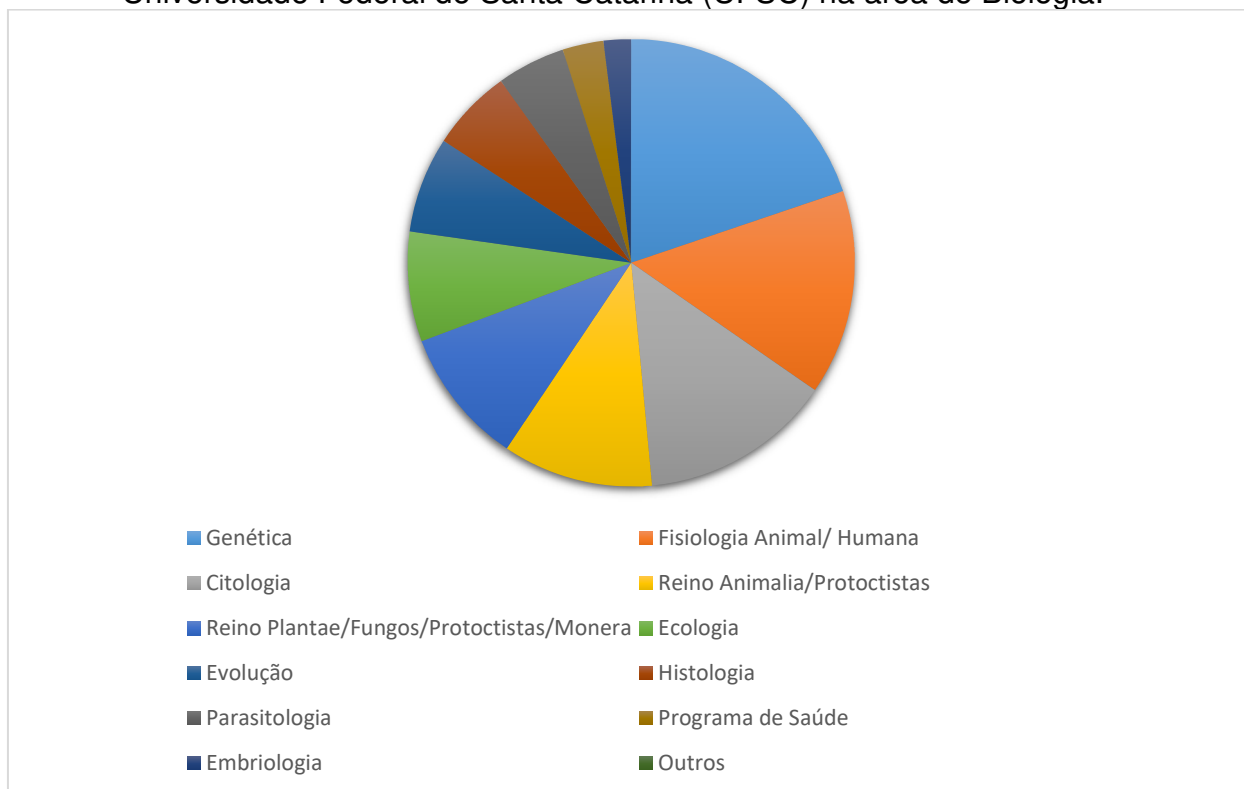


Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados da plataforma do INEP (2023)

O conteúdo de genética é considerado importante dentro do ENEM devido à sua constante presença nas provas ao longo dos anos, com destaque em diversos temas como Genética Molecular, Microrganismo, Biotecnologia, Engenharia Genética, Leis Mendelianas, Divisão Celular, Genética de Populações, Evolução, entre outros. A importância atribuída a esse conteúdo reflete a necessidade de compreensão e domínio dos alunos sobre temas complexos e atuais, contribuindo para a formação educacional e potencial dos estudantes, além de acompanhar as demandas da sociedade moderna em relação ao conhecimento científico (NASCIMENTO, 2020).

A análise específica para a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por meio do site da Comissão Permanente do Vestibular (COPERVE), revela que a temática genética foi abordada em 20% das questões sobre Biologia, e vale destacar que, dentro deste percentual, encontra-se a genética mendeliana. O percentual dos assuntos mais cobrados pode ser visto na Figura 3.

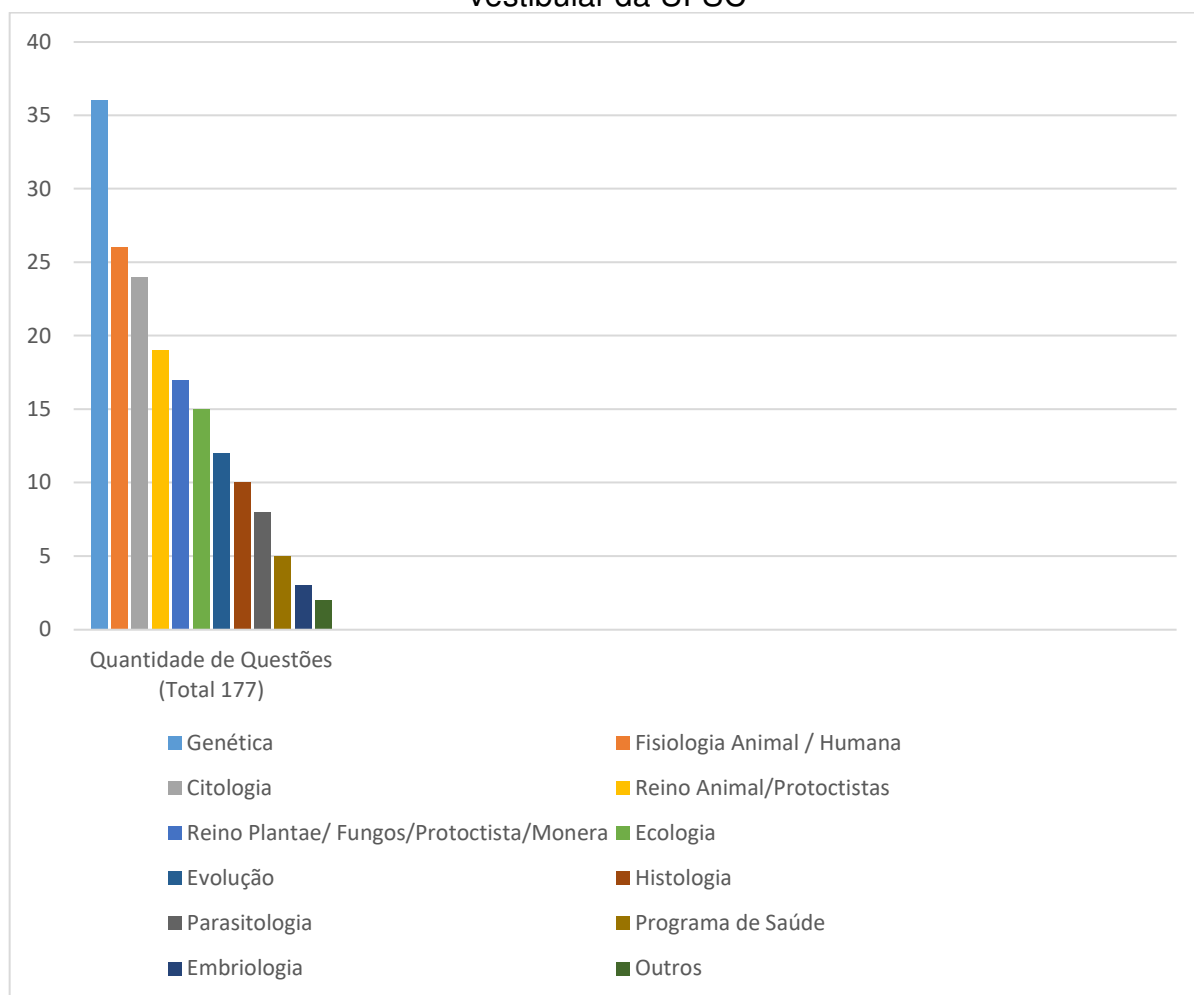
Figura 3 - Percentual de questões cobradas (2012 a 2022) dos vestibulares da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) na área de Biologia.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados da COPERVE (2023)

Diante de tal situação, tendo aquele olhar mais detalhado, nota-se que 36 perguntas tratam da temática genética, em um universo de 177 questões de Biologia, isso durante os anos pesquisados, que foram de 2012 a 2022. Conforme a Figura 4, ressalta-se a relevância na busca por abordagens e metodologias que contribuam para um melhor processo de construção do conhecimento de assuntos na área de genética, visto que é uma área da ciência que tem sido muito cobrada em vestibulares.

Figura 4 - Quantidade de Questões de Biologia cobradas (2012 a 2022) do vestibular da UFSC



Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados da COPERVE (2023)

O vestibular desempenha um papel essencial no contexto educacional brasileiro, pois é um exame que permite avaliar a relação entre os conteúdos ministrados no Ensino Médio e o desempenho dos estudantes na resolução das questões. Além disso, o vestibular é uma etapa que possibilita identificar e corrigir possíveis deficiências de ensino durante o aprendizado, tanto para os estudantes, como para professores e escolas. Para as Instituições de Ensino Superior (IES), o vestibular busca gerar uma análise reflexiva sobre a valorização do conhecimento adquirido por meio da memorização dos conteúdos, bem como a abordagem da interdisciplinaridade e da contextualização. Portanto, o vestibular desempenha um papel significativo na seleção e na preparação dos estudantes para o ensino superior, refletindo a importância de uma avaliação abrangente e alinhada às diretrizes educacionais (Rodrigues, 2014). Em vista desses dados, torna-se imperativo realizar

pesquisas a fim de compreender de que maneira a temática da genética mendeliana está sendo abordada nas escolas brasileiras. Quais são os desafios identificados ao longo do processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina? Quais são as preocupações e as dificuldades manifestadas por professores e alunos? Qual é a influência do livro didático nesse contexto? Vale lembrar, que são reconhecidas todas as dificuldades citadas anteriormente, mas esta pesquisa se voltará ao papel do livro didático neste processo. E, por último, como esse conteúdo pode ser trabalhado de forma a mitigar problemas observados no processo de ensino-aprendizagem da genética mendeliana e as extensões do mendelismo nas escolas públicas do Brasil.

1.2 A IMPORTÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NA REDE PÚBLICA BRASILEIRA

Os livros didáticos são objetos pedagógicos fundamentais no processo de ensino-aprendizagem (Macedo, 2004). Indo ao encontro do que defende Manoel, Sobrinho e Vilaça (2021), o livro didático é fundamental como fonte de conteúdo, de exercícios, de perguntas de avaliação, de pesquisa e como instrumento de inclusão e equidade para os estudantes sem acesso à internet, destacando sua importância inclusive durante a pandemia. Entretanto, surgem alguns questionamentos como: de que maneira os livros didáticos podem impactar negativamente as condições de trabalho dos professores? Como limitam a diversidade de recursos pedagógicos disponíveis, restringem a formação docente e prejudicam a qualidade da aprendizagem dos alunos? Para responder essas perguntas, é importante promover a reflexão crítica sobre o papel dos materiais didáticos na educação e buscar estratégias que valorizem a diversidade de recursos e a autonomia dos professores no processo de ensino e aprendizagem (Silva, 2012).

Cabe salientar que os livros didáticos estão presentes na maioria das escolas, devido ao Plano Nacional do Livro Didático, dando suporte à jornada de formação dos cidadãos (Vasconcelos; Souto, 2003). Estudos na área demonstram que o livro didático exerce papel determinante na organização curricular (Gayán; Garcia, 1997), sendo a base para o preparo de materiais, aulas, avaliações, apostilas e resumos inseridos no contexto escolar (Núñez *et al.*, 2003), ou seja, é a base do processo de formação dos alunos (Vasconcelos, 2002). A importância do Livro Didático no ensino de Genética Mendeliana e suas extensões é fundamental, pois serve como recurso

essencial tanto para os professores na elaboração e no planejamento das aulas, quanto para os alunos como fonte de busca e de conhecimento. Muitas vezes, o livro didático é a única fonte de informação acessível para os alunos, tornando-se essencial para o aprendizado do conteúdo de Genética de forma correta e atualizada (Sturm, 2022).

O livro didático é considerado um elemento fundamental nas políticas públicas de educação por diversos motivos. Ele desempenha um papel fundamental na disseminação do conhecimento, na padronização do ensino e na formação da identidade nacional. Além disso, o livro didático é utilizado como instrumento de regulação e de controle do currículo escolar, refletindo as diretrizes educacionais estabelecidas pelos órgãos governamentais (Munakata, 2012). Indo ao encontro desta ideia, Silva (2012) afirma que os livros didáticos possuem uma relevância histórica, econômica e ideológica no Brasil, desempenhando um papel fundamental na educação de estudantes, na formação de professores e na construção de narrativas sobre a história e a sociedade brasileira. É essencial compreender esses aspectos para uma análise crítica do papel dos materiais didáticos no contexto educacional do país. Desse modo, dada a importância desse objeto para o processo de ensino-aprendizagem, ele deve sempre ser analisado, criticado e, conseqüentemente, modificado quando necessário.

Conforme Gasque e Costa (2003), do ponto de vista do comportamento informacional, o professor da educação básica pode ser categorizado como um usuário de informação, uma vez que reconhece essa necessidade pela busca de referência, ligada à atividade docente. As autoras conduziram pesquisas, com intuito de identificar as principais formas de buscar informação utilizada pelos professores investigados, sendo o livro didático, o material mais empregado para obter informações, segundo os docentes pesquisados e de acordo com os estudos conduzidos pelas autoras. Adicionalmente, também verificaram que a preferência por esse recurso decorre de sua presença nas escolas e nos acervos pessoais, devido à distribuição gratuita para professores por parte das editoras, da presença de suplementos que facilitam a preparação das aulas e, por fim, da adaptação da linguagem à faixa etária pretendida. Vale salientar, conforme Gasque e Costa (2023) que no ano de 2003, a internet ainda não era amplamente difundida entre os professores do ensino básico. Desse modo, é importante ressaltar que houve avanços significativos no campo das tecnologias, incluindo a expansão da rede de internet e a

maior acessibilidade aos dispositivos eletrônicos, de acordo com Gasque e Costa (2003).

No Brasil, a escolha do livro didático pelos professores está restrita ao repertório disponível no Guia de Livro Didático, resultado de uma avaliação realizada pelo Ministério da Educação. Essa seleção influencia diretamente o material utilizado em sala de aula e, conseqüentemente, o processo de ensino e aprendizagem dos alunos (Munakata, 2012). Diante do protagonismo exercido pelo livro didático, principalmente no ensino público brasileiro, o Ministério da Educação (MEC) possui um programa específico para aquisição e para avaliação constante da qualidade dos livros didáticos os quais são utilizados na rede pública em todo território nacional. Assim, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), programa pertencente ao MEC, (Brasil, 2020), a cada três anos, atualiza todas as coleções de forma alternada de acordo com cada etapa do ciclo da educação básica. O PNLD desempenha um papel fundamental na ampliação do capital cultural dos alunos, especialmente daqueles que pertencem às camadas mais desfavorecidas da sociedade, ao proporcionar acesso a materiais educacionais de qualidade e estimular o desenvolvimento de habilidades e de conhecimentos (Giorgi, 2014).

O MEC afirma que as escolas públicas de educação básica em todo o país têm autonomia para selecionar os materiais distribuídos pelo Ministério da Educação (MEC), sendo que as obras e os autores devem estar inscritos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), tendo sido aprovados por meio de avaliações pedagógicas coordenadas pelo MEC. Essas avaliações contam com a participação de Comissões Técnicas específicas, compostas por especialistas em diversas áreas do conhecimento relacionadas e sua validade está vinculada ao ciclo correspondente ao processo de avaliação.

Os detentores dos direitos autorais submetem as obras ao processo de inscrição, seguindo critérios estabelecidos em edital. Posteriormente, as obras serão analisadas por especialistas de diferentes áreas do conhecimento. Se forem aprovadas, integram o Guia Digital do PNLD, que serve como orientação para a escolha de coleções pelas instituições de ensino, abrangendo os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Além disso, conforme dados do MEC, foi realizado um aporte financeiro de 2,1 bilhões de reais na aquisição de livros didáticos destinados ao ensino médio em todo o território brasileiro no ano de 2024 (Brasil, 2024). Esse investimento abrangeu 19.840.521

estudantes de 59.461 escolas públicas em todo o país e ocorreu ao longo de um período de três anos, conforme demonstrado nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2021.

Etapas do Ensino	Escolas Beneficiadas	Estudantes Beneficiados	Total de Exemplares	Valor Investido
Ensino Médio	20.155	6.696.424	26.612.144	R\$ 288.869.076,57

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados MEC (2024)

Tabela 2 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2022.

Etapa do Ensino	Escolas Beneficiadas	Estudantes Beneficiados	Total de Exemplares	Valor Investido
Ensino Médio	18.836	6.471.099	109.566.066	R\$ 896.952.236,43

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados MEC (2024)

Tabela 3 - Investimento na aquisição e ou substituições de livros didáticos no território nacional durante o ano de 2023.

Etapas do Ensino	Escolas Beneficiadas	Estudantes Beneficiados	Total de Exemplares	Valor Investido
Ensino Médio	20.470	6.672.998	13.078.100	R\$ 182.274.236,85

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, com base nos dados MEC (2024)

Cabe salientar que o MEC, no estado de Santa Catarina, investiu o montante 4,069,368 reais, sendo atendidos 107 mil estudantes de ensino médio, pertencentes a 746 unidades de ensino público, isso ao longo do ano de 2023.

O livro didático é visto como um recurso pedagógico essencial para auxiliar professores e alunos no desenvolvimento das atividades escolares. No entanto, é importante ressaltar que a eficácia do livro didático na prática educacional depende não apenas de sua qualidade, mas também da forma como é utilizado em sala de aula. Portanto, o livro didático é percebido como um elemento central nas políticas

públicas de educação, influenciando diretamente a forma como o conhecimento é transmitido e construído no ambiente escolar (Munakata, 2012).

1.3 AS CONTRIBUIÇÕES DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA GENÉTICA MENDELIANA

Segundo Noronha (2022), a expressão “gamificar” foi cunhada pela primeira vez pelo britânico, programador Nick Pelling em 2002, que percebeu um potencial nesta técnica utilizada por jogos virtuais, para motivar pessoas a resolver problemas. Conforme Tavares e Medeiros (2021), gamificar significa se apropriar de jogos ou de partes de sua estrutura em um outro contexto. Já no campo da educação, a utilização de jogos dentro da sala de aula, além de tornar as aulas mais lúdicas e prazerosas, pode também ser utilizada de forma avaliativa. Lembrando que esta avaliação poderá ser processual e ou diagnóstica. Para Mattar (2010), a escola atual, ainda se vale de métodos ultrapassados para avaliar os estudantes, muitas vezes se esquecendo do contexto, da colaboração e da proatividade desenvolvida por eles.

Como já falado anteriormente, é perceptível uma falta de correlação dos temas trabalhos dentro da genética mendeliana com a realidade do estudante. Araújo e Leite (2020), comentam que essa forma de trabalhar o conteúdo, pode até facilitar o processo de memorização, uma vez que o estudante “decora” cruzamentos pré-estabelecidos, como entre híbridos ($Aa \times Aa$), entre homozigotos ($AA \times aa$), fórmulas e macetes, mas não o real aprendizado do conteúdo em si. Essa realidade cria ao professor a necessidade de desenvolver estratégias mais eficazes, motivadoras que desafiem o ensino da genética mendeliana. Com o intuito de aguçar o protagonismo do estudante no processo e desenvolver o pensamento crítico sobre os fenômenos que os rodeiam, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias ativas e alternativas, em contraponto às aulas expositivas tradicionais (Araújo; Leite, 2020).

No contexto acadêmico, há relatos favoráveis sobre o uso de jogos no ensino da genética. De acordo com Dos Santos Araújo e Sousa Leite (2020), o jogo educativo "Na Trilha com Mendel" foi utilizado em duas turmas do 2º ano do ensino médio como um jogo de tabuleiro. Uma pesquisa, envolvendo questionários aplicados a alunos e a professores, demonstrou uma contribuição positiva do jogo para o processo de aprendizagem. Houve um aumento médio de 11% na taxa de respostas corretas ao comparar os resultados antes e depois da aplicação do jogo. Os participantes,

incluindo os alunos e os professores, reagiram favoravelmente à utilização de jogos como estratégia de ensino. Os professores destacaram a eficácia na revisão do conteúdo e o aumento da interação, apesar de mencionarem a longa duração como uma desvantagem. Além disso, os alunos acolheram de forma positiva a abordagem inovadora, considerando o jogo como dinâmico e divertido. Isso resultou em uma experiência inovadora que aprimorou a interação entre eles, conforme indicado pelos questionários de percepção.

Outro exemplo de sucesso ocorreu com os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, assim como os da 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio do Colégio Cecília Meireles. Nesse caso, o jogo "Quero Saber Genética" foi empregado com o propósito de revisar conceitos fundamentais de Genética, de maneira lúdica e interativa, visando tornar o aprendizado mais atrativo e prazeroso. O jogo também tinha como objetivos estimular a curiosidade e o raciocínio dos alunos. Para Cruz da Rocha e Roxo Sperandio (2016), após a realização do jogo "Quero Saber Genética", os alunos destacaram vários aspectos positivos, incluindo a abordagem diferenciada de aprendizado, eficiência na promoção da busca por respostas, a combinação de diversão e aprendizado, estímulo para competir e interagir com os colegas, e a percepção de que o jogo proporcionou uma forma mais dinâmica e interativa de aprendizagem. Esses comentários evidenciam a percepção positiva dos alunos sobre a eficácia e o impacto benéfico do jogo no processo de aprendizagem, indicando que sua utilização foi bem recebida e teve influência positiva na motivação e no envolvimento dos estudantes.

No contexto do jogo "Leis de Mendel" os autores Soares e Rodrigues (2016), relataram que 63,3% dos participantes apresentaram melhorias em seu desempenho após interagirem com o jogo, indicando um impacto positivo na aprendizagem dos conteúdos. Além disso, os resultados do questionário revelaram que 90% dos participantes concordaram com a capacidade do jogo de facilitar a compreensão dos temas abordados, enquanto 70% afirmaram que o jogo despertou o interesse em aprender mais. Esses dados sugerem que o jogo recebeu uma avaliação positiva por parte dos potenciais usuários em relação aos objetivos educacionais, destacando sua eficácia em envolver os alunos e promover a compreensão dos tópicos abordados.

1.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (S.D.I)

De acordo com a nova BNCC (Brasil, 2018), é muito importante tornar o estudante do Novo Ensino Médio o verdadeiro protagonista do seu futuro. Para tanto, é preciso desenvolver nele algumas habilidades e competências. Ainda segundo a BNCC (2018), entende-se por competência o estabelecido nos Artigos 32 e 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), no contexto da educação formal, é necessário que os resultados das aprendizagens se manifestem como a capacidade de aplicar o conhecimento em situações que demandem a tomada de decisões pertinentes. A denominação atribuída a esse conhecimento mobilizado, operado e aplicado em situações específicas é "competência". O enfoque por competências é explicitamente adotado pela LDB no Artigo 9º, Inciso IV, que menciona as diretrizes e competências orientadoras dos currículos. Além disso, a abordagem por competências é adotada implicitamente ao definir diretrizes para o currículo do Ensino Médio nos Artigos 35 e 36, descrevendo os resultados esperados da aprendizagem em termos de competências gerais. Para viabilizar a concretização desses princípios, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio está organizada em três competências específicas, comentadas abaixo.

A competência específica 1 descrita na BNCC (2018), diz que

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p. 540).

Para tanto, o estudante deverá trabalhar diversas habilidades, com destaque para a habilidade (EM13CNT102).

Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos (BRASIL, 2018, p. 541).

A competência específica 2 descrita na BNCC (2018), diz que:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento

e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2018, p. 542).

Conclui-se que o estudante do ensino médio deve, entre outras coisas, construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, entendendo a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização, e para isso, nessa competência específica, podem ser utilizados conhecimentos relacionados à origem da vida, à evolução biológica, à reprodução e hereditariedade, à genética mendeliana, entre outros. Assim como preconiza a habilidade (EM13CNT203).

Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2018, p. 543).

A competência específica 3 descrita na BNCC (2018), diz que:

Analisar 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) (BRASIL, 2018, p. 544).

Dentre as diversas habilidades requeridas nesta competência, a habilidade (EM13CNT301), diz que

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018, p. 545).

Seguindo o que preconiza a BNCC (2018), ensino por investigação é uma excelente abordagem didática, assim como o estudo de caso, já que ambas estimulam o questionamento, o planejamento, a coleta de evidências, as explicações com bases nessas evidências e a comunicação. Atividades investigativas envolviam, inicialmente, situações-problema, como afirmava Carvalho (2013, p. 10) que

[...] qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidades aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor.

De acordo com Pimenta e Lima (2010), o professor é um profissional balizador, que ajudou o desenvolvimento pessoal e intersubjetivo do estudante, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento. Indo ao encontro desse pensamento, o professor deve proporcionar, criar e incentivar um ambiente investigativo que dê ao estudante condições de explorar seus conhecimentos prévios, ter ideias próprias a fim de que possa discuti-las com seus colegas e com o professor, lapidando o conhecimento espontâneo com a finalidade de edificar o conhecimento científico (Carvalho, 2013).

Por muito tempo, o ensino de Biologia tem ocorrido por memorização de fórmulas, conceitos, procedimentos previamente testados e prontos a serem repetidos. Tudo foi extremamente amarrado e com um resultado esperado, dentro de um cronograma pré-fixado. Contrariando esse cenário, surge a ideia de trabalhar de forma investigativa, criando uma alternativa ao método tradicional, que valorizasse a vivência dos estudantes e criasse uma relação entre o ensino de ciências e a pesquisa, como proposto por Grandi (2016). Essa forma de ensino investigativa atende melhor o que preconiza a BNCC (2018, p. 537), quando afirma “a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas”. As sequências didáticas investigativas tenderam a ser uma ótima alternativa, sendo definida como: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18).

A partir de todo o exposto e a partir da análise das obras selecionadas, foi construída uma sequência didática complementar ao livro didático, de forma que a genética mendeliana e suas extensões fossem trabalhadas de forma investigativa, gamificada e lúdica. A SDI proposta tem como objetivo fazer com que os estudantes trabalhem conteúdos relacionados à genética mendeliana e suas extensões, percebendo uma linha do tempo, com alguns dos eventos importantes, a partir das descobertas de Mendel até os dias atuais, levando em consideração os

conhecimentos prévios, levantamento de hipóteses e a discussão dos resultados obtidos, seguindo o modelo “Predição-Observação-Explicação” proposto por Erduran (2006 *apud* Nunes, 2016).

2. JUSTIFICATIVA

A realização desta pesquisa foi resultado de uma inquietação pessoal que surgiu a partir da observação de situações reais do cotidiano escolar, com as dificuldades apresentadas por estudantes da terceira série do ensino médio da escola pública Francisco Tolentino, de São José/SC, quanto à assimilação do conteúdo de genética mendeliana e suas extensões.

Como professor efetivo de biologia na mesma unidade há quatro anos, trabalhando com os terceiros anos do ensino médio desde o início, pude verificar que, muitas vezes foi necessário alterar exemplos, criar atividades novas, redefinir sequências didáticas e explicar novamente cálculos básicos de matemática para tornar este conteúdo mais palatável e próximo do cotidiano desses alunos.

Além das dificuldades mencionadas, também se acrescenta o número reduzido de aulas de Biologia, uma vez que são apenas duas aulas por semana na grade básica do ensino público de Santa Catarina, no período desta pesquisa, o número insuficiente de livros didáticos disponível para os estudantes, uma percepção de que os exercícios propostos nos livros didáticos são insuficientes, a compreensão da falta de espaços interativos nos livros didáticos e o entendimento da falta de propostas investigativas. Assim este trabalho traz uma proposta de aplicação de uma atividade com viés investigativo, que possa ser aplicada em diferentes contextos escolares, e que possa contribuir na construção do conhecimento de conteúdos da área de Genética mendeliana e suas extensões mitigando possíveis lacunas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar livros didáticos utilizados no ensino médio para o ensino de biologia e criar um material complementar a estes, na forma de uma sequência didática investigativa, que possa contribuir com o aprendizado da genética mendeliana e suas extensões.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma análise do conteúdo de genética mendeliana e suas extensões, presente em livros didáticos usados no ensino médio;
- Elaborar uma sequência didática que incorpore a metodologia investigativa, seja factível em diferentes realidades de sala de aula, e atenda às exigências das leis vigentes.

4. METODOLOGIA

4.1 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Com o intuito de efetuar uma análise, que possa vir a contribuir com docentes e discentes, foram observados cinco critérios para a escolha dos livros didáticos, que serão apresentados a seguir. O primeiro deles é que a coleção deve pertencer ou ter pertencido ao Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). O segundo critério, é de que as coleções deveriam ter sido adotadas por professores da rede pública de Santa Catarina, e consequentemente aprovadas pela Secretária de Estado da Educação, e assim sendo enviadas para unidades de ensino públicas do estado. Dentre elas, a Escola de Educação Básica Francisco Tolentino, na qual faço parte da equipe docente. O terceiro critério, é que houvesse tiragem física do material, uma vez que edições on-line podem ter sua matriz de cores, figuras, tabelas e layout alterados em relação a obra impressa, como o estudante recebe em sala de aula. O quarto critério, é de que duas obras das três fizessem parte do “Novo Ensino Médio” (NEM) e a outra obra fizesse parte do “Ensino Médio Tradicional”. O quinto critério, é que as obras escolhidas abordassem o conteúdo de genética Mendeliana e suas extensões. Essa escolha permitiu que fossem feitas comparações entre os livros didáticos, após a chegada do Novo Ensino Médio, e avaliá-las segundo o que preconiza a BNCC (2018).

A abordagem da análise realizada, foi do tipo qualitativa, e para isso foi desenvolvida uma tabela com categorias e critérios (Tabela 4). Ela abrange quatro categorias, cada uma delas acompanhada pelos respectivos critérios de análise, os quais foram selecionados a partir de trabalhos de avaliação de livros didáticos de biologia e ciências (Braga *et al.*, 2015; Vlilarinho; Silva, 2015; Bandeir; Stange; Santos, 2012). Para a avaliação de cada critério foi utilizada uma escala semântica similar a utilizada por Vasconcelos e Souto (2003), e observações consideradas pertinentes foram registradas.

Tabela 4 - Categorias e Critérios utilizados na análise do conteúdo de Genética Mendeliana e suas extensões de livros didáticos usados no ensino médio

Categoria	Critérios	Avaliação ()O; B(); R(); I(); NO()	Observações
Análise do conteúdo teórico	Clareza conceitual		
	Atualidade Científica (presença de exemplos ultrapassados, como considerar determinação da cor dos olhos uma herança monogênica)		
	Presença de erros conceituais		
	Presença de relações com o cotidiano		
Recursos visuais	Coerência entre as imagens (figuras ou tabelas) e o texto com linguagem clara.		
	Clareza textual na legenda das figuras e tabelas		
	Coerência científica		
	Qualidade da ilustração (nitidez, cor etc)		
Atividades (Aspectos pedagógico-metodológico)	No caso da presença de exercícios, verificação de clareza textual		
	Coerência com os conteúdos trabalhados previamente		
Recursos complementares	Se há inserção de textos de divulgação científica (retirados de jornais, revistas ou artigos)		
	Se apresenta proposta de alguma atividade complementar		

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: O=ótimo; B= bom; R= ruim; I= insuficiente; NO= Não observado

Esses critérios foram avaliados e receberam avaliação correspondente, categorizada como "Ótimo", "Bom", "Ruim", "Insuficiente" e "Não Observado".

Com o objetivo de tornar os critérios de avaliação os mais coerentes possível, destaca-se que uma coleção recebeu a classificação "Ótimo" quando o critério em análise, atingiu ou superou as expectativas do avaliador. A avaliação "Bom" foi atribuída quando a obra deixou a desejar em algum aspecto; "Ruim" foi utilizado para critérios aquém das expectativas, mal explicados, vagos. Enquanto "Insuficiente" está

reservado para aspectos que apresentam informações incompletas. Por fim, a classificação "Não Observado" foi aplicada quando o critério em questão, não estava presente na obra. Ressalta-se que essa avaliação foi de natureza pessoal, fundamentada nos vinte e seis anos de experiência por parte do autor, lecionando a disciplina de Biologia, que contempla o ensino de genética mendeliana e suas extensões. Nesta trajetória o autor trabalhou em diversas unidades de ensino, tanto na rede privada de educação, quanto no sistema público. A avaliação de cada categoria, foi realizada nos diferentes livros de forma simultânea, para dessa forma ser mais fácil de realizar uma comparação entre as obras.

As obras escolhidas segundo os critérios já estabelecidos são:

- Coleção Moderna Plus (autores: José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Cesar Martins Penteado, Carlos Magno A. Torres, Júlio Soares, Eduardo Leite do Canto, Laura Celloto Canto Leite), pertence à editora Moderna (Figura 5).

Figura 5 - Coleção Moderna Plus, editora Moderna.



Fonte: Retirado do banco de imagens do Google (10 fev. 2024)

- A segunda obra analisada, é também da editora Moderna e intitulada de Ciências da Natureza (autores: Sonia Lopes e Sérgio Rosso), conforme a Figura 6.

Figura 6 - Coleção Ciências da Natureza LOPES & ROSSO, editora Moderna.



Fonte: Retirado do banco de imagens do Google (10 fev. 2024)

- A terceira e última obra analisada, é da editora Ática, coleção intitulada “Biologia” Volume Único (autores: Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder, Helena Pacca), conforme figura 7.

Figura 7 - Coleção Biologia Hoje, editora Ática.



Fonte: Retirado do banco de imagens do Google (10 fev. 2024)

4.2 CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (S.D.I.)

A S.D.I. é o produto educacional final desse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM). Ela foi elaborada após análise das coleções de livros didáticos e da leitura de artigos científicos relacionados ao tema proposto. Essa proposta de SDI, busca ser aplicável em diversas escolas de ensino médio, adaptável a diferentes materiais, respeitando um número apropriado de aulas e incorporando a proposta de "gamificação".

4.2.1 Jogo de tabuleiro “GEN RUN”

Essa “gamificação” se dará na forma de um jogo de tabuleiro, desenvolvido com o auxílio de um programador e de um Designer gráfico, que utilizou programas e sites como: *Adobe Illustrator*, *SeaArt.AI seaart.Ai*, *Stylar stylar.Ai*, *Inkscape 1.3* e *Canva*. Estes programas foram utilizados para criar o tabuleiro e incorporar personagens de própria autoria, e com temática relacionada ao mundo jovem e da Ciência. O tabuleiro foi pensado de forma que representasse uma dupla fita de Ácido Desoxirribonucleico (ADN), contendo fitas de nucleotídeos antiparalelas, “casas especiais”, para instigar a curiosidade do estudante e estimular respostas a perguntas do jogo sobre genética mendeliana e suas extensões. O jogo foi idealizado para que fosse circular, permitindo ser jogado de forma infinita, pois não há um ponto final de chegada. Pensou-se também em um sistema de pontos e moedas de quatro tipos (A, T, C, G), em que cada tipo corresponde a uma das bases nitrogenadas integrantes do DNA, e essas moedas possuem valores associadas ao número de ligações de hidrogênio que ligam as fitas antiparalelas no DNA. Desse modo, as moedas A e T, que representam respectivamente a Adenina e a Timina, valem dois pontos cada, já as moedas C e G, que representam a Citosina e a Guanina, valem três pontos cada, estimulando a recompensa, o que gera engajamentos por parte dos estudantes.

Cabe salientar que o jogo é composto por 50 cartas com perguntas sobre a genética mendeliana e suas extensões, dividida em 25 de nível fácil, 15 de nível médio e 10 difíceis. As “moedas”, o tabuleiro e as cartas foram impressos pela empresa R&M, localizada no centro de Florianópolis, Santa Catarina, posteriormente, feito com uma capa dura na empresa Criativa de São José, Santa Catarina. Nesse jogo, foram inseridas seis personalidades do mundo da Ciência, com o intuito de instigar a

pesquisa por parte dos estudantes e traçar uma “linha do tempo”, conectando o conhecimento produzido por Mendel com o conhecimento produzido por diferentes pesquisadores ao longo do tempo até a atualidade, os quais atuaram ou atuam na área da genética. Os pesquisadores, listados em ordem alfabética, escolhidos foram:

- Francis Crick - Biólogo molecular, biofísico e neurocientista conhecido por descobrir a estrutura da molécula de DNA;
- Gregor Mendel – Intitulado “pai da genética”;
- James Watson - Biólogo molecular, geneticista um dos autores do "modelo de dupla hélice" para a estrutura da molécula de DNA;
- Jaqueline Goes de Jesus – Biomédica que responsável pelo sequenciamento do genoma do vírus SARS-CoV-2 apenas 48 horas após a confirmação do primeiro caso de COVID-19 no Brasil;
- Mayana Zatz- Bióloga molecular e geneticista pioneira no estudo de doenças neuromusculares e coordena o Centro de Estudos do Genoma Humano;
- Rosalind Franklin - Química que contribuiu para o entendimento das estruturas moleculares do DNA, RNA, vírus, carvão mineral e grafite.

5. RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DAS TRÊS COLEÇÕES

As três coleções selecionadas, "**MODERNA PLUS**", "**CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO**" e "**BIOLOGIA HOJE**", apresentam abordagens distintas em relação ao conteúdo teórico e às atividades propostas para o ensino da Genética Mendeliana. Cada coleção demonstra características únicas em relação à abordagem didática e à profundidade do conteúdo, proporcionando diferentes experiências para os estudantes e professores no estudo da Genética Mendeliana e suas extensões. Para entendimento da escala semântica utilizada nos critérios de avaliação dos livros didáticos, apresentados na forma de tabelas nas seções a seguir, entenda-se que: O= ótimo; B= bom; R=ruim; I= insuficiente; NO= não observado. As tabelas preenchidas, com as devidas observações pertinentes, serão apresentadas na sequência.

A "**MODERNA PLUS**" oferece um conteúdo mais conciso e exercícios limitados, com foco na clareza conceitual e na atualidade científica.

Tabela 5 - Análise da Coleção Moderna Plus

Categoria	Crítérios	Avaliação ()O; B(); R(); I(); NO()	Observações
Análise do conteúdo teórico	Clareza conceitual	O	O livro demonstra uma abordagem didática que prioriza a clareza conceitual em seu conteúdo teórico sobre Genética Mendeliana.
	Atualidade Científica (presença de exemplos ultrapassados, como considerar determinação da cor dos olhos uma herança monogênica)	B	Embora apresente uma atualização considerável em relação a exemplos relacionados à Genética Mendeliana, nota-se que a abordagem, ainda que esclarecedora, é mais sucinta do que em outras coleções, deixando espaço para uma exploração mais detalhada dos exemplos apresentados. A concisão pode ser uma vantagem para estudantes que desejam uma visão geral clara, mas pode deixar alguns detalhes menos explorados.

	Presença de erros conceituais	O	A coleção se destaca pela ausência de erros conceituais. A abordagem cuidadosa dos tópicos de Genética Mendeliana reflete um compromisso com a precisão e a qualidade do conteúdo, proporcionando aos estudantes uma base sólida e confiável para seu aprendizado.
	Presença de relações com o cotidiano	R	Apresenta um ponto de fragilidade na falta de exemplos do cotidiano que poderiam tornar o conteúdo de Genética Mendeliana mais palpável e envolvente para os estudantes. Nesse sentido, a coleção poderia se beneficiar de uma maior incorporação de exemplos práticos que se relacionem com a vida diária dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo.
Recursos visuais	Coerência entre as imagens (figuras ou tabelas) e o texto com linguagem clara.	O	A obra mantém uma forte coerência entre as imagens e o conteúdo, garantindo que as ilustrações se relacionem diretamente com os tópicos abordados. Isso contribui para a compreensão dos conceitos, tornando a aprendizagem mais eficaz.
	Clareza textual na legenda das figuras e tabelas	B	As legendas estão em conformidade com as figuras, proporcionando clareza ao conteúdo. No entanto, algumas estão muito pequenas, deslocadas do texto que faz referência.
	Coerência científica	O	Demonstra um alto nível de coerência científica em suas representações visuais. As ilustrações são consistentes com os princípios científicos e os conceitos abordados, o que reforça a qualidade do material didático.
	Qualidade da ilustração (nitidez, cor etc)	B	As ilustrações na coleção são de alta qualidade, com nitidez e clareza notáveis. No entanto, uma melhoria possível seria o aumento de seu tamanho, o que contribuiria para uma compreensão ainda mais eficaz por parte dos estudantes.
Atividades (Aspectos pedagógico- metodológicos)	No caso da presença de exercícios, verificação de clareza textual	O	Os exercícios encontrados exibem clareza textual em sua apresentação, o que contribui para a compreensão dos estudantes.
	Coerência com os conteúdos trabalhados previamente	B	Existe coerência com os temas trabalhados, refletindo uma abordagem alinhada ao conteúdo de Genética Mendeliana. No entanto, a quantidade de exercícios é insuficiente para uma cobertura completa dos tópicos, o que pode limitar a prática e a consolidação

			dos conhecimentos pelos estudantes.
Recursos complementares	Verificar se há inserção de textos de divulgação científica (retirados de jornais, revistas ou artigos)	NO	Não foram identificados textos de divulgação científica que poderiam enriquecer a compreensão dos temas abordados, proporcionando aos estudantes uma perspectiva mais ampla e atualizada sobre a ciência e suas aplicações.
	Apresenta proposta de alguma atividade complementar	I	Quanto às atividades adicionais, apresenta poucas sugestões para atividades extras, limitando as oportunidades de aprofundamento e engajamento dos estudantes em tópicos relacionados à Genética Mendeliana.

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: O=ótimo; B= bom; R= ruim; I= insuficiente; NO= Não observado

A coleção **"CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO"** adota uma abordagem mais sucinta, com poucos exercícios, e como ponto positivo apresenta alguns exemplos do dia a dia dos estudantes.

Tabela 6 - Análise da coleção Ciências da Natureza Lopes & Rosso

Categoria	CrITÉrios	Avaliação ()O; B(); R(); I(); NO()	Observações
Análise do conteúdo teórico	Clareza conceitual	R	A obra apresenta uma redação clara e concisa. No entanto, a linguagem, embora objetiva, tende a ser excessivamente condensada, assemelhando-se mais a apostilas e resumos do que a um livro didático. Essa característica, embora facilite a leitura rápida, pode comprometer a compreensão aprofundada dos temas, podendo apresentar um desafio para os estudantes assimilarem conceitos complexos. A obra suprime alguns tópicos fundamentais para compreensão do conteúdo de forma global.
	Atualidade Científica (presença de exemplos ultrapassados, como considerar determinação da cor dos olhos uma herança monogênica)	O	No tocante à atualização científica o livro didático se mantém bem atualizado. Alguns exemplos com relevância no cotidiano do estudante. A obra suprime de sua edição exemplos ultrapassados, como a herança monogênica para a cor dos olhos ou a associação da Hipertricose auricular como herança restrita ao sexo.

	Presença de erros conceituais	O	A obra não apresenta erros conceituais.
	Presença de relações com o cotidiano	B	A obra destaca-se positivamente ao abordar situações modernas, como "Biologia Forense", "Identificação de Pessoas pelo DNA", "Placa de Eletroforese" e "questões de paternidade", relacionadas ao cotidiano dos estudantes. No entanto, não menciona questões relacionadas à cor de pele humana em seu conteúdo.
Recursos visuais	Coerência entre as imagens (figuras ou tabelas) e o texto com linguagem clara.	O	As figuras e tabelas na obra estão harmonizadas de forma a se alinharem eficientemente com o conteúdo, contribuindo para uma compreensão mais clara por parte dos estudantes.
	Clareza textual na legenda das figuras e tabelas	B	As tabelas e figuras apresentadas são claras em relação ao seu conteúdo, facilitando a compreensão dos conceitos trabalhados na obra. No entanto, em alguns casos, as legendas apresentam tamanho de fonte inadequado, o que pode dificultar o entendimento, especialmente em detalhes mais minuciosos.
	Coerência científica	O	Nesta obra, há coerência científica na forma como os conceitos e informações são apresentados, o que contribui para uma compreensão precisa e verificada com os padrões científicos atuais.
	Qualidade da ilustração (nitidez, cor, etc)	R	A obra apresenta imagens de qualidade, no entanto, o tamanho em algumas situações é reduzido, tornando-se inadequado, o que pode dificultar a compreensão por parte dos estudantes. Além disso, em algumas tabelas, os núcleos utilizados carecem de contraste, apresentando tons pastéis que prejudicam a visibilidade. Uma maior harmonia e contraste nas cores poderia melhorar a experiência visual.
Atividades (Aspectos pedagógico-metodológicos)	No caso da presença de exercícios, verificação de clareza textual	B	Embora a quantidade de exercícios seja limitada em relação às outras obras analisadas, aqueles que estão presentes na obra são formulados de maneira clara e bem escrita.
	Coerência com os conteúdos trabalhados previamente	I	Neste ponto a coleção deixa lacunas, não propondo atividades para todos os tópicos trabalhados.
Recursos complementares	Verificar se há inserção de textos de divulgação científica (retirados de jornais, revistas ou artigos)	I	A coleção apresenta apenas um texto de divulgação científica, o qual, no entanto, carece de destaque e relevância. No material destinado aos professores, a obra aborda tópicos relacionados ao ensino por investigação, ao pensamento crítico e à

			argumentação. No entanto, esses elementos não são amplamente explorados no material dos estudantes, deixando uma lacuna nessa abordagem.
	Apresenta proposta de alguma atividade complementar	NO	

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: O=ótimo; B= bom; R= ruim; I= insuficiente; NO= Não observado

A coleção **"BIOLOGIA HOJE"** se destaca por fornecer informações detalhadas sobre o contexto histórico, conceitos e aplicações da Genética Mendeliana, além de apresentar uma grande variedade de exercícios, incluindo questões resolvidas.

Tabela 7 - Análise coleção Biologia Hoje

Categoria	CrITÉRIOS	Avaliação ()O; B(); R(); I(); NO()	Observações
Análise do conteúdo teórico	Clareza conceitual	O	A obra é bem escrita, didática e aborda de forma completa todos os temas relacionados à genética mendeliana. Dentre as obras analisadas, essa se destaca como a mais completa e didática.
	Atualidade Científica (presença de exemplos ultrapassados, como considerar determinação da cor dos olhos uma herança monogênica)	O	A coleção não apresentou exemplos ultrapassados ou incorretos, como considerar a cor dos olhos humanos como um caso de monibridismo ou a Hipertricosse auricular como um caso de herança restrita ao sexo.
	Presença de erros conceituais	O	Não foram identificados erros conceituais nesta obra.
	Presença de relações com o cotidiano	O	A obra apresenta uma variedade significativa de exemplos do cotidiano dos estudantes, o que certamente estimula o interesse deles pelos temas abordados.
Recursos visuais	Coerência entre as imagens (figuras ou tabelas) e o texto com linguagem clara.	O	Os recursos visuais são de alta qualidade, consistentes com os tópicos abordados, e as tabelas e figuras são facilmente compreensíveis, estando bem integradas no contexto.
	Clareza textual na legenda das figuras e tabelas	O	A obra se destaca pela consistência e clareza textual de suas figuras e tabelas, proporcionando uma compreensão eficiente do conteúdo.

	Coerência científica	O	As figuras e tabelas apresentadas estão alinhadas com os avanços científicos atuais.
	Qualidade da ilustração (nitidez, cor, etc)	O	As figuras são caracterizadas por cores vibrantes, tamanhos apropriados e legendas claras. Além disso, a quantidade de ilustrações parece satisfatória, enriquecendo e facilitando a compreensão de conteúdos mais complexos.
Atividades (Aspectos pedagógico- metodológicos)	No caso da presença de exercícios, verificação de clareza textual	O	Os exercícios são de qualidade, coerentes com o conteúdo, variados em metodologia e quantidade adequada. As atividades são bem formuladas, apresentando clareza e boa disposição no livro.
	Coerência com os conteúdos trabalhados previamente	O	Os exercícios propostos estão alinhados com os temas abordados, são consistentemente apresentados no final de cada capítulo e incluem modelos para auxiliar os estudantes em seu processo de aprendizado.
Recursos complementares	Verificar se há inserção de textos de divulgação científica (retirados de jornais, revistas ou artigos)	O	A obra apresenta vários textos de divulgação científica, que estão atualizados e relacionados aos temas abordados. Um destaque notável é dado à importância de cientistas negros de destaque internacional, contribuindo para a diversidade e representatividade no campo da ciência.
	Apresenta proposta de alguma atividade complementar	O	O livro propõe uma variedade de atividades em grupo, incentivando a interação entre os estudantes e o desenvolvimento de habilidades conforme preconiza a BNCC vigente. Essas atividades favorecem uma abordagem mais colaborativa e participativa no processo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: O=ótimo; B= bom; R= ruim; I= insuficiente; NO= Não observado

5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)

O objetivo geral desta pesquisa, foi desenvolver uma Sequência Didática Investigativa (SDI), que esteja ancorada no que preconiza a BNCC (2018). Sendo assim, criou-se uma situação problema, que recriasse situações reais e sem respostas diretas, simples e previsíveis, como citado por Grandi (2016). Foi elaborada uma situação problema atrativa aos estudantes, a partir de um tema central, incentivando a criatividade e a imaginação para responder à questão problema. A sequência didática investigativa foi pensada para ocorrer em um tempo adequado, no tocante a

não ser excessivamente longa, e apresentasse os objetivos claramente definidos. Ressalta-se que essas atividades poderão servir de gancho para atividades futuras, conforme orientação de Nunes (2016).

Com o intuito de criar e organizar a sequência didática investigativa, foram observados dois modelos propostos por Erduran (2006 *apud* Nunes, 2016): predição-observação-explicação e teorias concorrentes. Ambos promovem o debate acerca de uma mesma situação-problema, levando em conta a capacidade de argumentação dos estudantes. No caso do primeiro modelo, o modelo “Predição-Observação-Explicação”, o estudante deve primeiramente levantar hipóteses, cujo objetivo é explicar a situação problema. Em seguida, as hipóteses são testadas, e confirmadas ou refutadas, finalizando com a construção de um texto argumentativo, a fim de apontar possíveis soluções para os problemas apresentados. Já no modelo “Teorias concorrentes”, são apresentadas aos estudantes duas hipóteses diferentes para a explicação de um mesmo problema, cabendo ao estudante escolher uma delas e justificar cientificamente o motivo da escolha.

A S.D.I. proposta objetiva contribuir para um melhor aprendizado de assuntos ligados à Genética Mendeliana e suas extensões, de forma que complemente o livro didático, respeitando a liberdade de cátedra do professor e promovendo o engajamento dos estudantes, contribuindo para um processo de ensino-aprendizagem mais significativo, participativo e investigativo. Na construção dessa sequência didática, foram considerados o protagonismo do estudante, a abordagem investigativa e a facilidade de aplicação em sala de aula, sem perder de vista as competências/habilidades indicadas pela BNCC (2018).

Assim, a S.D.I. produzida como produto educacional não foi aplicada com discentes em sala de aula, tão pouco com docentes que lecionam no Novo Ensino Médio. Essa sequência didática ficará disponível na biblioteca central da Universidade Federal de Santa Catarina, e será submetida para publicação em periódico da área, com intuito de contribuir e auxiliar professores que tenham interesse em trabalhar o conteúdo de genética mendeliana e suas extensões, com o viés investigativo.

A proposta se estende ao longo de quatro aulas, cada uma com duração de 45 minutos. A sequência proposta, possui grau de liberdade quatro, conforme preconiza Carvalho *et. al* (2010, p. 55). Nesse modelo, o professor desempenha um papel central ao apresentar uma situação problema desafiadora. Os estudantes,

então, são encorajados a formular hipóteses para explicar a situação-problema proposta pelo professor.

Após a etapa de apresentação da situação problema e levantamento de hipóteses, os alunos serão direcionados a realizar pesquisas bibliográficas para confirmar ou refutar as hipóteses anteriormente levantadas. Essa fase da SDI promove a autonomia dos estudantes, incentivando a busca ativa por conhecimento e a construção de argumentos embasados em fontes confiáveis. Após a pesquisa, os alunos participarão de debates para compartilhar seus achados. Cada grupo será desafiado a sintetizar as informações coletadas, criando cards contendo os dados relevantes sobre as personalidades apresentadas na situação problema. Esses *cards* desempenham um papel essencial na mecânica de um jogo didático de tabuleiro, que pode ser previamente oferecido ou criado pela turma, dependendo da disponibilidade de tempo e dos materiais da unidade escolar. A mecânica do jogo possibilita a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, estimulando a participação ativa dos estudantes e a consolidação do aprendizado de maneira lúdica. Ao final da S.D.I., uma roda de conversa será conduzida para aprimorar possíveis lacunas deixadas pelo processo. Essa fase não apenas permite uma reflexão coletiva sobre o que foi aprendido, mas também proporciona uma avaliação processual dos estudantes envolvidos na S.D.I. Dessa forma, a proposta não apenas busca instigar a curiosidade e a pesquisa, mas também promove uma avaliação contínua e formativa do desenvolvimento dos estudantes ao longo da sequência didática.

5.2.1 Sequência Didática Investigativa Proposta

1ª Aula (45 minutos): Apresentação da Situação Problema, Levantamento das Hipóteses e Pesquisa Bibliográfica.

Na primeira aula, o professor introduzirá a situação problema, promovendo a participação ativa dos estudantes ao longo de um processo estruturado. A turma deverá ser dividida em seis grupos, pois são seis personalidades sugeridas, e cada grupo será incumbido de buscar informações sobre uma delas.

Dica: Oriente a turma na escolha dos grupos, vale lembrar que grupos de trabalho não devem ser escolhidos apenas por afinidade, mas por competências e habilidades que os integrantes da turma já conhecem. É importante que o professor permita a livre escolha do grupo, isso estimula a autonomia e o engajamento dos

estudantes no processo como um todo. Outra dica importante recai sobre o professor, que deve estar atento ao tamanho dos grupos, grupos com muitos estudantes tendem a ser improdutivos, quando só alguns membros trabalham ativamente. Caso a turma seja muito grande, o professor pode dividi-la em sub grupos e realizar a atividade simultaneamente, vale lembrar que se o professor optar por esta subdivisão, terá que imprimir kits do jogo, proporcionalmente à subdivisão feita por ele. É preciso ficar atento a possíveis exclusões de estudantes, limitações e ou dificuldades de socialização apresentadas por algum membro da turma.

Em seguida, o professor apresentará o tabuleiro do jogo para a turma como um todo. A problematização será dada, quando o professor apresentar imagens das personalidades propostas:

- Francis Crick
- Gregor Mendel
- James Watson
- Jaqueline Goes de Jesus
- Mayana Zatz
- Rosalind Franklin

As imagens das personalidades poderão ser projetadas uma a uma, ou numa espécie de nuvem. De preferência as imagens disponíveis no Google, e de domínio público, sempre associadas ao trabalho realizado pelas personalidades.

Dicas: As escolhas das personalidades se deram pensando em uma linha sequencial temporal, pois todos são pesquisadores que produziram ou têm produzido conhecimentos importantes na área da genética, e os atuais para poderem produzir novos conhecimentos, precisaram do que foi produzido por Mendel e divulgado em 1865. Outra possibilidade, sendo viável, o professor pode levar figuras impressas dos pesquisadores para que os estudantes possam manusear, é possível que o professor utilize de outros nomes, relacionados a genética, garantindo assim a liberdade de cátedra.

Neste momento, o professor deve instigar a curiosidade dos estudantes fazendo perguntas do tipo: O que eles possuem em comum? O que conecta estas personalidades? Vocês já viram ou ouviram falar de alguns deles? Será que o trabalho de alguns deles impactou diretamente nas nossas vidas? Neste momento o professor

poderá tomar nota no quadro das observações feitas pelos estudantes, e na sequência, junto com os estudantes, filtrar as respostas de forma que fique as que tenham sentido, sempre justificando o motivo e sem desmerecer as hipóteses dos estudantes.

Nessa fase da SDI, o professor desempenha um papel crucial ao fornecer materiais essenciais para poderem encontrar informações relacionadas aos questionamentos levantados acima sobre as personalidades. Deverão ser disponibilizados livros didáticos, revistas científicas, artigos científicos e referências de páginas da web confiáveis. Esse momento é propício para uma breve explanação sobre o que caracteriza uma fonte confiável, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade de avaliação crítica de informações.

Dica: o professor poderá junto aos estudantes, pesquisar se alguns desses nomes sugeridos aparecem nos livros didáticos utilizados pela turma. O professor poderá dispor de revistas como: “Genética na Escola” e “Filosofia e História da Biologia” ou ainda utilizar sites que apresentem curadoria como Wikipédia. Artigos científicos conforme tabela 8 também podem contribuir:

Tabela 8 - Artigos científicos sugeridos para a pesquisa dos alunos sobre os cientistas apresentados.

ARAÚJO, I. P. <i>et al.</i> Analisando o Livreto de Passatempos “Mulheres Cientistas: Coronavírus” a partir dos Objetivos da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense , v. 8, n. 15, p. 10-37, 2021.
BARROS VELOSO, A. J. As Ervilheiras de Mendel à dupla hélice de Watson e Crick. Medicina Interna , v. 3, p. 115-122, 2003.
DA SILVA, M. R. Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla-hélice do DNA. Filosofia e história da biologia , v. 1, p. 297-310, 2007.
GOMES, A. L. Z.; PINHEIRO, R. M. Polifonia e Alteridade : Comunicação e Educação em época da Covid-19. Editora UFMS, 2020.
GOMES, S. S. W. Alice Ball : uma biografia para a divulgação da ciência feminina negra e possibilidades de discussão da história e filosofia. 2022. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação e Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.
SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. Ciência & Educação , v. 02, p. 223-233, 2005.
SILVA, M. R. da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. Scientiae Studia , v. 69-92, 2010.
STRATHERN, Paulo. Crick, Watson e o DNA em 90 minutos . Zahar, 2001.
WATSON, J.; CRICK, F. Uma estrutura para o ácido desoxirribonucleico. Nature , v. 171, n. 4356, p. 737-738, 1953.
ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. Estudos avançados , v. 18, p. 247-256, 2004.
ZATZ, M. Genética : escolhas que nossos avós não faziam. Globo Livros, 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Durante a segunda metade da aula, os estudantes iniciarão suas pesquisas, buscando confirmar ou refutar as hipóteses levantadas anteriormente. Essa etapa é fundamental para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, incentivando a utilização de diversas fontes para enriquecer suas análises. Como atividade final da aula, o professor distribuirá uma personalidade para cada grupo criar o card, contendo as informações sobre o cientista designado. Esses seis cards serão utilizados no jogo didático nas próximas aulas. Essa etapa é essencial para consolidar o aprendizado, pois os estudantes terão que sintetizar as informações coletadas, conforme orientação do professor.

Dica: Neste cartão, o aluno deve destacar a área de atuação da personalidade, sua nacionalidade, ano de nascimento, e ano de falecimento (se aplicável), bem como suas contribuições para a ciência. Deve-se especificar com qual área da ciência trabalham, qual é o objeto de sua investigação, e se fizeram alguma descoberta ou desenvolveram algo significativo para a sociedade.

O professor desempenha um papel orientador, estará disponível para esclarecer dúvidas, fornecer direcionamentos e guiar o processo. É importante ressaltar que o professor não deve fornecer respostas prontas, mas sim incentivar o protagonismo dos estudantes, que estarão ativamente envolvidos no processo de construção do conhecimento. Ao final desta aula, os estudantes estarão munidos de conhecimento mais aprofundado sobre as personalidades em questão, contribuindo para uma experiência rica e engajadora nas etapas subsequentes da SDI.

Essa abordagem foi estruturada não apenas para estimular o conhecimento prévio dos estudantes, mas também promover a reflexão crítica desde o início da sequência didática. O ambiente colaborativo dos grupos e a estratégia de revelação gradual das informações proporcionam uma base sólida para o desenvolvimento das próximas etapas da SDI.

Aulas 2ª e 3ª (90 minutos): Jogando e Aprendendo

Nas 2ª e 3ª aulas, com duração de 45 minutos cada, o professor poderá utilizar dos primeiros 20 minutos da 2ª aula para finalização dos *cards* de informações sobre os pesquisadores e o tempo restante dessa aula será usado para iniciar a aplicação do jogo de tabuleiro, que continuará na 3ª aula. Durante o jogo, o objetivo é proporcionar um momento lúdico e descontraído, enfatizando o protagonismo dos estudantes e a ideia de aprender brincando. O papel do professor, nesse contexto, é

o de ser um coordenador do processo, observando atentamente e registrando todas as atividades que ocorrem durante o jogo.

Como Jogar “Gen Run”

1. **Progressão no Tabuleiro:** todas as jogadas e movimentos no tabuleiro devem seguir o sentido horário.

2. **Início do Jogo:** cada equipe recebe um estoque inicial de 10 moedas A, 10 moedas T, 10 moedas C e 10 moedas G; as equipes lançam um dado para determinar seu valor numérico; a equipe que obtiver o maior número no dado inicia o jogo; em caso de empate no dado, as equipes empatadas realizam novos lançamentos até que se defina a ordem de início. Numere as equipes de acordo com a ordem com que cada uma iniciará o jogo, ou seja, a primeira equipe a iniciar será a equipe 1, e assim sucessivamente.

Dica: Para o funcionamento do jogo, sugere-se a impressão, ou confecção de no mínimo 352 moedas, sendo 88 moedas G, 88 moedas C, 88 moedas A e 88 moedas T. 240 devem ser distribuídas entre as seis equipes participantes de forma igualitária e as 112 moedas restantes devem abastecer o “Banco de moedas”.

3. **Ordem das Jogadas:** a ordem das jogadas, iniciando pela equipe que obteve o maior número no dado; após cada rodada, a equipe seguinte, no sentido horário, realiza sua jogada.

4. **Lançamento de Dados:** antes de efetuar sua jogada, cada equipe deve lançar um dado; o número no dado determina quantos “casas” a equipe avança no tabuleiro.

5. **Espaços Especiais:**

A primeira equipe a cair em uma casa especial, devidamente identificada com um ponto de exclamação, receberá um card entregue pelo professor, e o card terá os dados de um pesquisador de destaque, *card* esse produzido a partir da pesquisa realizada pelos estudantes.

O primeiro grupo que chegar em um espaço especial, lê em voz alta as informações do *card*; as equipes subsequentes que pararem no mesmo espaço devem pagar um pedágio de três moedas, sendo obrigatoriamente duas moedas pareadas (**A** pareado com **T**, ou **C** pareado com **G**).

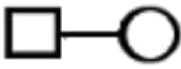
Dica: O professor poderá antes do início do jogo, estabelecer se a equipe poderá ou não ler o próprio card produzido.

6. Desafios:

Quando uma equipe cair na casa desafio, indicada no tabuleiro por um ponto de interrogação, a equipe seguinte na ordem de jogo torna-se a desafiante e deve selecionar um *card* pergunta, pré-elaborado para fazer à equipe desafiada. Assim, a ordem de início do jogo determinará qual equipe desafiará a outra, ou seja, se a equipe 1 cair em uma casa de desafio; a equipe 2 será a sua desafiante; segue a sequência até a última equipe que será desafia pela equipe 1.

No jogo estão contidas cinquenta perguntas, conforme a tabela 9, elaboradas para realização dessa SDI, divididas pelo grau de dificuldade.

Tabela 9 - Perguntas do Jogo

25 Perguntas Nível Fácil
1. Qual é o nome do cientista que é considerado o pai da genética?
2. Qual termo foi utilizado por Mendel para se referir ao material que seria herdado, passado de geração em geração?
3. Qual é o princípio da segregação da 1ª Lei de Mendel?
4. O que significa dizer que um organismo é homozigoto para um determinado gene?
5. Segundo a primeira lei de Mendel quais genótipos podem ser atribuídos ao fenótipo dominante?
6. O que é um cruzamento teste e para que serve?
7. Como você representaria o genótipo de um organismo heterozigoto para um determinado gene?
8. Os genes ligados ao sexo são encontrados em quais cromossomos?
9. Seguindo os princípios da 1ª Lei de Mendel, um indivíduo com fenótipo recessivo poderá apresentar quais genótipos?
10. Em um heredograma este símbolo a baixo representa o que? 
11. O que é alelo?
12. Como você diferenciaria um genótipo de um fenótipo?

13. Em um heredograma este símbolo a baixo representa o que?

14. O que é uma geração F1?
15. O que é uma geração F2?
16. Algarismos romanos representam o que em uma árvore genealógica?
17. Em uma população de cobras, a coloração do corpo é determinada por um gene com dois alelos, onde a cor verde (G) é dominante sobre a cor amarela (g). Qual o genótipo das cobras de cor amarela?
18. Em um heredograma este símbolo a baixo representa o que?

19. Em relação ao sistema ABO, qual tipo sanguíneo é considerado doador universal?
20. Na representação de uma árvore genealógica de uma família, o símbolo do quadrado representa qual sexo?
21. Qual a probabilidade de um casal vir a gerar uma filha mulher?
22. Algarismos arábicos representam o que em uma árvore genealógica?
23. Explique o que é uma herança ligada ao X.
24. Qual foi a proporção fenotípica obtida por Mendel para a cor das ervilhas na geração F2?
25. Qual é a diferença entre genótipo heterozigoto e genótipo homozigoto?
15 Perguntas de Média Complexidade
26. Considere um cruzamento entre uma planta de ervilha heterozigota (Rr) para cor da flor púrpura e uma planta homozigota recessiva para a mesma característica (rr), flor branca. Qual a proporção genotípica esperada na prole desse cruzamento?
27. Se um homem heterozigoto para albinismo (Aa) se casa com uma mulher heterozigota para a mesma característica (Aa), qual é a probabilidade de eles terem uma criança albina (aa)?
28. Seguindo os princípios da 2ª Lei de Mendel. Em um cruzamento entre duas cobaias heterozigotas para dois pares de alelos e com segregação independente, pelagem lisa (Rr) e preta (Bb), qual a proporção genotípica esperada de indivíduos duplo homozigoto recessivo nesta prole?
29. Em um heredograma este símbolo a baixo representa o que?



30. De acordo com os conceitos do sistema ABO. Quais os prováveis genótipos de um casal que possui 4 filhos, cada um com um tipo sanguíneo diferente?

31. Qual tipo de herança explica a cor da pele Humana?

32. Considerando que o formato dos frutos siga um caso de dominância completa, em um cruzamento entre duas plantas de abóbora heterozigotas para a forma do fruto (Rr). Qual será a proporção esperada de plantas de fruto oval (rr) na prole?

33. Suponha um cruzamento entre dois cães heterozigotos para a cor preta da pelagem (Bb). Qual a proporção esperada de filhotes de genótipo BB , e que cor terão?

34. Em um experimento de cruzamento entre plantas de ervilha com grãos amarelos (VV) e plantas com grãos verdes (vv), todas as sementes da F_1 são amarelas (Vv). Se essas plantas forem cruzadas entre si, qual a proporção esperada de sementes amarelas na F_2 ?

35. Em uma população de peixes, a cor da escama é determinada por um gene com dois alelos, onde a cor azul (A) é dominante sobre a cor amarela (a). Se um cruzamento entre dois peixes, um homozigoto dominante e o outro homozigoto recessivo para cor da escama for realizado, qual será a proporção genotípica esperada na prole?

36. Em uma espécie de flor conhecida como dente de leão, a cor vermelha (V_1V_1) possui dominância incompleta sobre a cor branca (V_2V_2). Considerando um cruzamento entre duas plantas heterozigotas (V_1V_2) que produzem flores rosas, qual a proporção fenotípica esperada na prole?

37. Considere um cruzamento entre um homem com fenótipo tipo sanguíneo O (homozigoto recessivo) e uma mulher com fenótipo tipo sanguíneo AB (codominante). Qual a probabilidade de eles terem uma criança com fenótipo tipo sanguíneo B ?

38. Onde estão localizados os aglutinogênios tipo A de uma pessoa pertencente ao grupo sanguíneo AB ?

39. Suponha um cruzamento entre uma mulher heterozigota para lóbulo livre da orelha (Bb) e um homem homozigoto recessivo para a mesma característica (bb). Qual a probabilidade de eles terem uma criança com genótipo da mãe?

40. Seguindo os princípios da 1ª Lei de Mendel, em um experimento de cruzamento entre duas cobaias heterozigotas para cor da pelagem castanha (Cc), a proporção genotípica na prole foi de $1:2:1$ ($CC: Cc: cc$). Qual a proporção de coelhos com pelagem cinza (cc) na prole?

10 Perguntas Difíceis

41. Considere um cruzamento entre um homem com tipo sanguíneo AB (codominante) e uma mulher com tipo sanguíneo O . Qual a probabilidade de eles terem uma menina com tipo sanguíneo A ?

42. Um casal planeja ter filhos e descobrem que ambos são heterozigotos para polidactilia (Pp), sabe-se que a herança em questão é dominante e possui uma penetrância de

aproximadamente 60%. Qual é a probabilidade de terem um filho homem com fenótipo polidactilo?
43. Em um cruzamento entre um homem daltônico (X^dY), com uma mulher heterozigota ($X^D X^d$), com visão normal de cores, qual a probabilidade de eles terem um filho homem daltônico?
44. Se um homem calvo, heterozigoto para calvície (Cc) se casa com uma mulher não calva, mas heterozigota para gene (Cc), qual é a probabilidade de que o filho do sexo masculino seja calvo? Considere que a calvície é uma característica influenciada pelo sexo, onde C representa o alelo para calvície e c representa o alelo para presença de cabelos.
45. Em algumas raças de bovinos, a cor da pelagem é determinada por um gene com dois alelos co-dominantes, onde temos que: R_1R_1 produz pelagem vermelha, R_2R_2 produz pelagem branca e R_1R_2 produz um tipo de pelagem chamada ruão, onde o indivíduo apresenta pelos vermelhos e brancos intercalados. Se um touro Ruão (R_1R_2) for cruzado com uma vaca de pelagem vermelha (R_1R_1), qual a probabilidade de gerar um bezerro macho de pelagem vermelha?
46. O que são as aglutininas? E quais tipos poderão ser formadas por uma pessoa do grupo sanguíneo O?
47. Qual a probabilidade de um casal gerar três filhos, sendo duas meninas e um menino nesta ordem?
48. Qual a probabilidade de um casal gerar três filhos, sendo uma menina e dois meninos?
49. Seguindo os princípios da 2ª Lei de Mendel, um indivíduo de genótipo $AaBbCC$ poderá formar quais gametas e em quais proporções?
50. Seguindo os princípios da 1ª Lei de Mendel, e os resultados obtidos por ele quando cruzava ervilhas de cores verdes e amarelas. Responda qual a probabilidade da ervilha amarela em F_2 possuir genótipo Vv ?

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gabarito com as respostas para as cinquenta perguntas elaboradas estão listadas na tabela 10.

Tabela 10 – Gabarito das questões elaboradas para o jogo.

Gabarito das questões
1. Gregor Mendel.
2. Fatores hereditários (ou elementos hereditários).
3. Os alelos de um par segregam-se durante a formação dos gametas, de modo que cada gameta recebe apenas um alelo de cada par.
4. Homozigoto significa que um organismo possui dois alelos idênticos para um determinado gene.
5. Homozigotos dominantes (AA) e heterozigotos (Aa).

6. Um cruzamento teste envolve o cruzamento de um organismo de genótipo desconhecido com um organismo homozigoto recessivo para o mesmo traço, com o objetivo de determinar o genótipo do primeiro organismo.
7. Representaria como Rr por exemplo, ou qualquer outra combinação de letras sendo o alelo dominante representado pela letra maiúscula, e o recessivo pela minúscula.
8. No cromossomo sexual X.
9. Apenas homozigotos recessivo (aa).
10. Casamento (acasalamento).
11. Uma forma alternativa de um gene.
12. Genótipo refere-se à composição genética de um organismo, enquanto fenótipo refere-se às “características observáveis” (Aparência, Comportamento ou Fisiológico) de um organismo.
13. Indivíduo do sexo masculino.
14. A geração F1 (primeira geração filial) refere-se à geração de descendentes resultante do cruzamento entre indivíduos da geração parental.
15. A geração F2 (segunda geração filial) refere-se à geração de descendentes resultante do cruzamento entre indivíduos da geração F1.
16. Representam as gerações em uma árvore genealógica.
17. Homozigoto recessivo (gg)
18. Indivíduo do sexo feminino.
19. O tipo sanguíneo O é considerado o doador universal.
20. O símbolo do quadrado representa o sexo masculino.
21. A probabilidade de um casal ter uma filha mulher é de 50%.
22. Algarismos arábicos representam os indivíduos em uma árvore genealógica.
23. Herança ligada ao X refere-se a características cujos genes estão localizados no cromossomo X em região não homóloga a Y.
24. Mendel obteve uma proporção fenotípica de 3:1 (75% de ervilhas de cor amarela e 25% de ervilhas de cor verde) na geração F2.
25. Genótipo heterozigoto possui dois alelos diferentes para um gene, enquanto genótipo homozigoto possui dois alelos idênticos para um gene.
26. A proporção genotípica esperada na prole é de 1:1 (50% Rr e 50% rr).

27. A probabilidade é de 25%.
28. A proporção esperada é 1/16
29. Casamento (acasalamento) consanguíneo.
30. Um genitor será tipo A heterozigoto e o outro será tipo B heterozigoto.
31. A herança da cor da pele humana é explicada pela herança poligênica, onde múltiplos genes contribuem para a variação fenotípica.
32. A proporção esperada é de 1/4 (25% de plantas de fruto oval).
33. A proporção esperada é de 25% de filhotes (BB) e com pelagem preta
34. A proporção esperada é de 3:1 (75% de sementes amarelas e 25% de sementes verdes).
35. A proporção genotípica esperada na prole é de 100% com genótipo heterozigoto.
36. A proporção fenotípica esperada na prole é de 1:2:1 (25% de plantas de flor vermelha, 50% de plantas de flor rosa e 25% de plantas de flor branca).
37. A probabilidade é de 50%.
38. Na face externa da membrana plasmáticas das hemácias.
39. A probabilidade é de 50%.
40. As cobaias cinza devem aparecer em 25% da prole.
41. A probabilidade é de 25%.
42. A probabilidade é de 22,5%.
43. A probabilidade é de 25%.
44. A probabilidade é de 75%.
45. A probabilidade é de 25%.
46. Proteínas de defesa (anticorpos). Uma pessoa do tipo sanguíneo O poderá formar Aglutininas anti A e Aglutininas anti B.
47. A probabilidade é de 1/8.
48. A probabilidade é de 3/8.
49. ABC 25%, AbC 25%, aBC 25% e abC 25%.
50. A probabilidade é de 2/3

As perguntas que as equipes desafiadas irão ler devem ter sido misturadas no início do jogo, independente do grau de dificuldade. Após a leitura de cada pergunta, a mesma deverá ser retirada do jogo. As perguntas serão lidas em sequência, seguindo a ordem estabelecida pelo embaralhamento aleatório entre todos os *cards*, independente do nível das perguntas. Se a equipe desafiada acertar a resposta, ganhará do “Banco de moedas”, as moedas correspondentes ao nível da pergunta.

- Perguntas Fáceis: 1 moeda, sendo (A ou T).
- Perguntas Médias: 2 moedas, sendo uma (C ou G), e a outra (A ou T).
- Perguntas Difíceis: 2 moedas (C e G).
- No caso de erro, a equipe não ganha moedas e é obrigada a pagar ao "banco de moedas" o valor correspondente às moedas da pergunta.
- Após a equipe percorrer todas as casas numeradas, completará uma rodada completa no DNA do tabuleiro, e nesse caso, o “banco de moedas” entrega a cada equipe dois pares de moedas, sendo um par de moedas A e T, e outro par de moedas C e G. Estas moedas, ficam armazenadas no “Banco de moedas” que poderá ser controlado pelo professor, ou um estudante juiz previamente estabelecido.

7. Troca de Integrantes:

Caso uma equipe tire aleatoriamente o card "Troca de Integrantes", ela deve realizar uma troca de um membro com qualquer outro integrante de qualquer equipe que estiver participando. A equipe que tirou o card, deve indicar a troca, que é obrigatória.

8. Penalização por Falta de Moedas:

Se uma equipe responder incorretamente a uma pergunta desafio e não possuir moedas suficientes para pagar, ou se não houver moedas para pagar o pedágio, ficará duas rodadas completas sem participar. Após a penalização, a equipe retornará ao jogo para tentar ganhar moedas novamente.

9. Vitória:

No jogo, que possui um tempo pré-determinado, como uma aula de 45 minutos ou 1 hora conforme sugerido, a equipe que acumular mais pontos será considerada vitoriosa. Os pontos são determinados pelo total de moedas A,T,C e G conquistadas pelas equipes, as quais têm valores de acordo com a quantidade de

ligações de hidrogênio existentes entre as bases nitrogenadas (A e T valem 2 pontos, C e G valem 3 pontos). Essa pontuação não está associada a um possível grau de importância biológica dos nucleotídeos, pois na estrutura do DNA todas têm a mesma relevância. Em caso de todas as moedas do “Banco de moedas” serem conquistadas, o vencedor será a equipe com mais pontos. Essas regras proporcionam um sistema de pontuação mais claro e permitem que a vitória seja determinada pelo total de pontos acumulados ao final do tempo pré-determinado ou quando todas as moedas do jogo forem conquistadas.

4ª aula (45 minutos) Finalizando a SDI

Neste momento, o professor deve promover uma discussão em grupo para refletir sobre todo o processo, realizar uma avaliação da atividade, ouvir os estudantes, registrar os pontos positivos e negativos da experiência, e anotar sugestões para possíveis ajustes e melhorias na Sequência Didática Investigativa (SDI). A sugestão é que o professor faça uma avaliação processual, uma vez que a avaliação é entendida como um processo contínuo, portanto, é fundamental que o professor tome nota de todas as contribuições, criações e participações dos estudantes. Recomenda-se avaliar preferencialmente de forma qualitativa, levando em consideração o esforço, a criatividade e a participação ativa dos alunos.

É importante ressaltar que essa SDI traz sugestões de como aplicar o jogo de tabuleiro criado, porém o professor pode fazer adaptações que sejam cabíveis, e estejam em sintonia à sua realidade.

Dica: O professor poderá utilizar do tabuleiro e outras peças do jogo disponibilizada nesta SDI, ou produzir seu próprio tabuleiro com materiais alternativos na própria unidade escolar como: Cartolinas, papel Kraft, caixas de papelão, canetas, lápis e garrafas pets para confecção das moedas. Vale salientar que a construção do tabuleiro ou de novos cards, pode ser uma etapa muito válida, mas demandará mais tempo, e toda uma adaptação para a aplicação desta SDI.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE DO CONTEÚDO TEÓRICO

Nesta etapa da pesquisa, buscou-se a compreensão sobre a maneira como essas coleções abordam os conceitos teóricos, examinando a precisão, a relevância e a aplicação prática dos conteúdos. Segundo Frison (2009), o livro didático é tido como a única ferramenta de pesquisa para boa parte dos estudantes das escolas públicas do Brasil.

Após a conclusão do ensino médio, os estudantes deveriam se apropriar desses conhecimentos básicos sobre Genética Mendeliana e suas extensões, abrangendo tópicos como Genética Molecular (incluindo Estrutura e Função do DNA, Mutações), Gene e Divisão do material genético na mitose e meiose e Padrões de Herança (leis mendelianas e características dominantes, recessivas, codominantes, poligênicas e ligadas ao sexo). Esses conhecimentos são essenciais para promover a compreensão crítica e a aplicação prática de conceitos genéticos no cotidiano dos alunos (FRANZOLIN, 2013).

O uso de exemplos práticos, como caracteres humanos, pode contribuir significativamente para despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão dos conceitos de herança mendeliana de várias maneiras. Primeiramente, ao tornar os conceitos abstratos mais tangíveis e fáceis de entender, os exemplos práticos permitem que os alunos relacionem diretamente com situações do seu cotidiano, facilitando a assimilação do conteúdo. Além disso, a proximidade dos exemplos com a realidade dos alunos ajuda na contextualização do conteúdo, tornando-o mais relevante e significativo para eles, o que estimula o interesse e a curiosidade dos estudantes. O uso de exemplos práticos também estimula a curiosidade natural dos alunos, aproveita seus conhecimentos prévios e resgata questões culturais ligadas à transmissão de características, tornando a aprendizagem mais efetiva. Dessa forma, ao proporcionar uma abordagem mais concreta e contextualizada, os exemplos práticos de caracteres humanos não só despertam o interesse dos alunos, mas também facilitam a compreensão dos conceitos de herança mendeliana, promovendo uma aprendizagem mais significativa e envolvente (FRANZOLIN *et al* 2020).

Vale salientar que existem dificuldades apontadas pelos professores em relação ao ensino de Genética, especialmente ao utilizar caracteres humanos como

exemplos de padrões de herança monogênicos. Entre os desafios apontados estão situações inusitadas e as questões polêmicas que surgem, a necessidade de abordar corretamente os padrões de herança sem desvios do conhecimento científico, a constante atualização exigida para lidar com possíveis constrangimentos e o descrédito na informação científica. Além disso, a dependência de materiais didáticos, como livros, pode limitar a variedade de recursos disponíveis para o ensino de Genética, tornando os professores reféns da informação contida nesses materiais. Também é possível perceber alguns equívocos comuns na utilização de caracteres hereditários humanos nos livros didáticos, que incluem erros conceituais, desvios da descrição, simplificações excessivas, falta de atualização e transposição didática inadequada. Esses problemas podem levar a uma compreensão distorcida, confusão e aprendizado superficial por parte dos alunos, comprometendo a eficácia do ensino de genética (Baiotto; Silva; Loreto, 2018).

Após uma análise da coleção **"Moderna Plus"**, foram identificados diversos aspectos tanto positivos quanto negativos no que concerne à avaliação do conteúdo teórico. Inicialmente, o livro oferece uma sólida introdução, detalhando a história de Gregor Mendel, sua origem, contexto temporal e uma descrição clara e direta de seu trabalho. Além disso, são enfatizadas as metodologias utilizadas por Mendel. Segundo Albuquerque (2019), a contextualização traz significado ao que é estudado, tirando o estudante da condição passiva. Segundo Brandão e Ferreira (2009), a contextualização das condições que Mendel dispunha à época, e o momento histórico em que vivera constitui uma das maiores dificuldades enfrentadas por professores na introdução ao conteúdo de genética mendeliana.

Vale ressaltar, de forma bastante positiva, na página 14, o primeiro parágrafo aborda características essenciais das ervilhas que fundamentaram a escolha de Mendel para suas experiências, tais como a presença de flores hermafroditas e a característica carenada, que favorecem a autofecundação. No segundo parágrafo, há uma atenção especial à descrição das sete características específicas trabalhadas por Mendel.

Na página 16, da coleção **"Moderna Plus"**, os conceitos elementares da genética mendeliana são abordados. Nesse contexto, destaca-se que desde o início, um conceito crucial como o de "Gene" poderia ser explorado com maior profundidade e detalhamento. Segundo Guimarães (2014, p. 3), é imprescindível "estimular a discussão e o pensamento crítico relacionado ao conceito, estrutura e função do

gene". É de extrema necessidade um tratamento nas informações relacionadas à gene, que deve aproximar-se mais da complexidade dos sistemas genéticos, a fim de evitar interpretações equivocadas, prejudicando a formação de futuros cientistas (DOS SANTOS; EL-HANI, 2009). Embora seja reconhecido que partes desses conceitos possam ser abordados em outros segmentos do conteúdo, a relevância desse conceito é tão significativa que justifica uma abordagem mais profunda nesta fase do conteúdo teórico.

Observou-se uma ausência em relação a conceitos essenciais, como "Cromossomos Homólogos", "Loci Gênicos", Alelos, Genomas, Haploidia e Diploidia. Além disso, vale mencionar que, em alguns cenários genéticos, como a presença de mais de dois alelos para um mesmo gene é uma realidade.

Por outro lado, a obra apresenta exemplos elucidativos e contextualizados do cotidiano para explicar os fenótipos. Essa abordagem contribui para a compreensão prática dos conceitos e enriquece o processo de ensino-aprendizagem. Ainda no mesmo capítulo, o tópico "Teoria das Probabilidades Aplicada à Genética" que, embora bem redigido, parece não se encaixar de forma ideal na sequência dos conteúdos trabalhados. Sugere-se que após a exploração dos conceitos básicos, o livro introduza a "Simbologia Genética" e o estudo dos heredogramas de forma subsequente. A "Teoria das Probabilidades" poderia ser trabalhada logo na sequência, visto que a disposição atual aparenta estar um tanto desconexa no contexto geral, tornando a organização inicial do conteúdo um tanto confusa. Propõe-se essa reorganização como uma forma de aprimorar a coesão e a fluidez da apresentação do material.

Prosseguindo com a análise do monoibridismo na genética mendeliana, percebeu-se uma espécie de descontinuidade na ordem dos conteúdos. Na página 20, são introduzidos casos de "Alelos Múltiplos", seguidos por "Dominância Incompleta" e "Codominância". Sugere-se que estes conteúdos sejam trabalhados numa outra ordem: "Codominância", depois "Dominância Incompleta", e finalizar com "Alelos Múltiplos", poderia contribuir significativamente para a compreensão dos estudantes. Destaca-se a maneira como os conteúdos estão sendo apresentados, caracterizada por uma linguagem extremamente direta, semelhante à abordagem em materiais apostilados. Ressalta-se que, ainda nessa mesma página, o livro realiza uma distinção clara entre casos de codominância e de dominância incompleta uma abordagem que se revela relevante e esclarecedora.

Na página 23, o conteúdo relacionado à "Tipagem Sanguínea" ao "Sistema RH" e à "Incompatibilidade Materno-Fetal" está organizado de maneira eficaz. O material apresenta bons exemplos, incluindo casos reais que costumam cativar os estudantes. No entanto, foi notável a manutenção do padrão de escrita extremamente direta, apesar de uma descrição completa do conteúdo, tal padrão pode transmitir uma sensação de falta de cuidado na abordagem didática. Observou-se uma concisão excessiva que pode comprometer a compreensão completa dos tópicos por parte dos alunos. Nesse sentido, um enriquecimento do conteúdo com explicações mais detalhadas poderia aprimorar significativamente a qualidade do material.

No capítulo 2, a obra explora a segunda lei de Mendel, também conhecida como diibridismo, embora esse termo não tenha sido mencionado até então. A abordagem continua a detalhar a parte histórica com notável precisão, uma característica que proporciona uma agradável surpresa ao leitor. Uma observação relevante é a reintrodução de conceitos básicos de meiose, um aspecto que assume relevância significativa para a compreensão aprofundada dos alunos.

Na análise da coleção, notou-se a ausência de exemplos reais, o que poderia ser uma oportunidade para a aplicação de tópicos previamente discutidos, como a tipagem sanguínea, sistema MN e o fator RH, sob a ótica dos conceitos de diibridismo, o que contribuiria para uma abordagem ainda mais engajadora e elucidativa.

Dentro deste mesmo capítulo, a obra explora conceitos como interação gênica, ligação gênica e genes localizados nos cromossomos sexuais. Apesar de abranger os principais exemplos, notou-se a ausência de casos clássicos poligênicos, e herança influenciada pelo sexo. A Genética mendeliana explica parcialmente a expressão de muitas características dos indivíduos, sendo necessário considerar as interações gênicas, a herança poligênica e as influências do ambiente para uma compreensão completa (Franzolin, 2013).

Além disso, dentro desses tópicos, sentiu-se a carência de temas relevantes, como a questão da variação na cor da pele humana. Esse é um tema relevante que não apenas desperta debates sobre questões transversais, como o racismo e a miscigenação, mas também poderia servir como ponto de partida para discussões sobre a origem do povo brasileiro.

Alguns professores avaliam positivamente a utilização de caracteres humanos no ensino dos padrões de herança mendelianos. Eles reconhecem que o uso desses exemplos práticos desperta a curiosidade natural dos alunos, aproveita os

conhecimentos prévios e o cotidiano dos estudantes, resgata questões culturais ligadas à transmissão de características e torna a aprendizagem mais efetiva. Além disso, os professores destacam que o interesse dos alunos pelo tema é mais bem aproveitado quando são utilizados exemplos de caracteres humanos herdados. No entanto, apontam que essa abordagem também traz desafios, como a possibilidade de gerar constrangimentos relacionados a questões de familiaridade e grau de parentesco, o descrédito na informação científica devido à inconformidade familiar e a necessidade de constante atualização por parte dos professores (Baiotto; Silva; Loreto, 2018b). Indo ao encontro a esta ideia, fora percebida a ausência de temas pertinentes, como a Herança Influenciada pelo sexo, como a calvície que, frequentemente, desperta grande curiosidade nos estudantes. Em geral, a impressão é que a linguagem extremamente direta adotada ao longo do material pode ter dificultado a abordagem adequada da genética mendeliana e seus conceitos mais complexos.

Após avaliação da coleção **"CIÊNCIA DA NATUREZA LOPES & ROSSO"**, especialmente no que diz respeito ao conteúdo teórico e suas subdivisões conforme descritas na tabela, algumas observações se destacam. A coleção aborda o tema da genética mendeliana de forma extremamente concisa, concentrando-se no trabalho pioneiro de Gregor Mendel como base de sua explicação teórica. O aspecto histórico relacionado ao trabalho de Mendel é explorado, incluindo o local em que suas pesquisas foram conduzidas, o Mosteiro de BRNO, no antigo Império Austro-Húngaro (Snustad; Simmons, 2008). Além disso, a coleção fornece informações sobre o número de pés de ervilha cultivados por Mendel, bem como a lista das sete características fenotípicas por ele observadas. Também é mencionado o reconhecimento tardio de seu trabalho, enfatizando as importantes contribuições que ele fez mesmo antes do aprofundamento dos conceitos da citologia. No entanto, é importante notar que, apesar de todo esse detalhamento, o texto adota uma abordagem extremamente direta e resumida.

O princípio básico das duas leis de Mendel é apresentado de maneira bastante concisa e com poucos exemplos práticos, limitando-se principalmente ao trabalho de Mendel. Por outro lado, a obra relaciona as leis de Mendel a conceitos de meiose e produção de gametas. Também aborda questões relacionadas aos grupos sanguíneos, como o sistema AB0, embora de forma superficial. Conforme pesquisas realizadas por Barni (2010), o ensino do Sistema ABO é uma temática muito relevante

para o ensino médio, mas no dia a dia dos estudantes não se percebe a apropriação de conceitos relevantes dentro desta temática. Questões como o fator RH e a eritroblastose fetal são mencionadas brevemente, seguindo o padrão direto de apresentação. O esquema de doação de sangue também é citado de forma rápida. De forma contrária, autores propõem maior foco nesta temática, aprofundando o assunto, e até mesmo sugerindo outra abordagem mais ampla e significativa para os estudantes. A utilização de histórias em quadrinhos (HQs) na abordagem didática sobre o sistema ABO e o fator Rh traz benefícios significativos para o ensino de genética. As HQs permitem a visualização concreta dos conceitos genéticos, estimulam a criatividade dos alunos, contextualizam os temas com a realidade cotidiana, diversificam as estratégias de ensino, facilitam a memorização e retenção de informações, e possibilitam a comunicação e divulgação do conhecimento adquirido. Dessa forma, as HQs tornam o aprendizado mais atrativo, significativo e eficaz, promovendo o engajamento dos alunos e enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem (Santana *et al*, 2021).

Apesar da dicotomia de opiniões entre os professores em relação ao ensino de tópicos sobre Biotecnologia, considerando importante ensiná-los devido à relevância para a compreensão do cotidiano dos alunos, enquanto outros temem uma sobrecarga de tópicos e um trabalho superficial em Genética (Franzolin, 2013). Uma das características positivas da obra é sua abordagem de situações modernas e relacionadas ao cotidiano dos estudantes. Nas páginas 118, 119 e 120, são explorados temas como "Biologia Forense", "Identificação de Pessoas pelo DNA" e "Placa de Eletroforese", abordando casos de estupro e questões de paternidade. Isso reforça os dados encontrados em uma pesquisa sobre a forma que o ENEM cobra "A Nova Biologia". Entre os anos de 2009 e 2015, 15% das questões de biologia estavam relacionadas "A Nova Biologia", o que segundo o autor da pesquisa é um dado relativamente expressivo. Com um olhar mais aprofundado, nesses temas que compõe "A Nova Biologia", é possível ver quais assuntos e quais anos esses foram cobrados (Xavier, 2016).

A análise dos assuntos específicos da Nova Biologia por prova revelou que em 2009, as quatro questões abordaram respectivamente os temas: clonagem, DNA recombinante, fluxo gênico e identificação pelo DNA mitocondrial, representando 19% da prova de Biologia. Em 2010 as duas questões abordaram respectivamente transgênicos e eletroforese, representando 11,7% das questões de Biotecnologia na prova de Biologia.

Em 2011 três as questões de biotecnologia abordadas foram sobre replicação do DNA, epigenética e DNA recombinante, representando 15% da prova de Biologia. Em 2012, as três questões sobre a Nova Biologia abordaram melhoramento genético, transgênicos, DNA recombinante e fluxo gênico, observou-se que a questão de número 60, abordou três temas das Biotecnologia, neste ano, 17% das questões de Biologia foram sobre a Biotecnologia. Em 2013, as três questões da Nova Biologia abordaram transgênicos, DNA recombinante, eletroforese e teste de paternidade e identificação pelo DNA mitocondrial, representando 20% da prova de Biologia. Em 2014, as duas questões da Nova Biologia abordaram transgênicos e célula tronco, representando 10,5% da prova de Biologia. Em 2015 uma questão abordou o assunto DNA recombinante” (Xavier, 2016, p. 102).

No entanto, entre os pontos fracos da obra, destaca-se a ausência de situações clássicas no estudo da genética mendeliana e suas extensões. Não há menção de casos de interação gênica, nem de caracteres quantitativos. Como sugestão, a obra poderia trazer um capítulo adicional, em que seriam abordadas as questões de interação gênica, herança quantitativa, polialelia, e outras relações alélicas além da dominância e recessividade. Sendo assim a temática da variação na cor da pele humana, poderia ser trabalhada na coleção. A herança multifatorial se manifesta em traços cotidianos como a cor da pele, a altura e o comportamento, o que o torna um tema significativo, diretamente relacionado à experiência dos alunos. Ao contrário das heranças monogênicas, as heranças multifatoriais são consideradas mais complexas, uma vez que envolvem múltiplos fatores genéticos e ambientais. Isso desafia os alunos a compreenderem a interação entre diversos conceitos básicos de genética, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas. Ao estudar heranças multifatoriais, os alunos têm a oportunidade de explorar aspectos mais avançados da genética, indo além das leis de Mendel. Isso contribui para uma formação mais completa e aprofundada em biologia (Fontoura, 2016). Além disso, não são observados casos de polialelia, codominância, dominância incompleta e genes letais no contexto das heranças monogênicas. No que diz respeito às genealogias, o tema é pouco explorado, aparecendo apenas no rodapé da coleção na página 112, com um número mínimo de exemplos.

Outra ausência notável na coleção diz respeito às situações de herança ligada ao sexo e a herança influenciada pelo sexo, deixando os estudantes sem uma compreensão adequada de conceitos e situações básicas da genética mendeliana. Nesse sentido, a falta de integração entre as disciplinas de Genética e Biologia Celular, na sala de aula, pode ser reflexo da fragmentação de tais disciplinas nos livros

didáticos que, muitas vezes, são a principal ou, mesmo, a única fonte de consulta e estudo para os discentes e docentes. Sendo, portanto, um potencial replicador de problemas no processo de ensino-aprendizagem (Santos; Silva; Franco, 2015).

Ao analisar a coleção **"Biologia Hoje"** de forma simultânea às demais obras, torna-se evidente a sua qualidade superior tanto na apresentação quanto na quantidade de informações fornecidas. Esta obra assume a aparência e a profundidade de um livro didático, constituindo uma fonte de pesquisa rica em informações.

O livro explora de maneira minuciosa o contexto histórico em que Gregor Mendel estava inserido, abordando o pensamento predominante na comunidade científica da época. Além disso, oferece detalhes sobre o local em que Mendel conduziu seus experimentos e a metodologia que empregou para suas pesquisas com ervilhas.

Na página 15 desta edição, são esclarecidos de maneira notável conceitos fundamentais da genética mendeliana, como "Cromossomos homólogos", bem como as distinções entre "Fenótipo e Genótipo" e "Homozigoto e Heterozigoto". Na página 18, a obra estabelece uma conexão intrigante entre a meiose, a formação de gametas e a primeira Lei de Mendel. Em seguida, exploram-se os tipos de dominância, apresentando as regras de probabilidade no momento oportuno, logo após a introdução à Genética Mendeliana.

Chama a atenção, no primeiro capítulo, uma abordagem totalmente voltada para o "Monoibridismo no Ser Humano", com situações do mundo real, o que estimula e desperta a curiosidade dos estudantes. No encerramento desse capítulo, o livro discute conceitos relacionados à "epigenética", ao "aconselhamento genético" e aos "caracteres hereditários e congênitos", ampliando ainda mais o horizonte de conhecimento dos leitores.

Prosseguindo com a análise, adentra-se ao capítulo dois da referida obra, em que a "Lei da Segregação Independente" é abordada. A obra mantém a relação dos exemplos com os trabalhos de Gregor Mendel de maneira clara e didática. Nesse ponto, o livro reintroduz os conceitos de "meiose", relacionando-os com a "Lei da Segregação Independente". Além disso, são apresentadas situações de "Poliibridismo", dedicando-se um capítulo completo às questões dos "grupos sanguíneos", "fator RH", "Eritroblastose Fetal", "transfusões de sangue", "situações imunológicas" e até mesmo o "sistema MN".

Professores do ensino superior defendem a importância de abordar características complexas, não se restringindo apenas à herança monogênica. Enfatizam a necessidade de considerar as interações gênicas, a herança poligênica e as influências do ambiente para uma compreensão completa das características individuais. Essas apontam que a Genética mendeliana explica parcialmente a expressão de muitas características, sendo essencial considerar outros fatores para uma compreensão mais ampla. Já alguns professores da educação básica consideram importante ensinar sobre Biotecnologia, pois a relação com o cotidiano dos alunos pode despertar interesse por outros conteúdos de Genética. Há preocupações com a sobrecarga de tópicos, resultando em um trabalho superficial tanto em Biotecnologia quanto em aspectos elementares da Genética (Franzolin, 2013).

O quarto capítulo é inteiramente voltado para a "Interação Genética", abordando tópicos clássicos como "Herança poligênicas de caráter qualitativo, Herança Quantitativa e Epistasia". Nesse último caso, são trabalhados uma série de exemplos reais e do cotidiano do estudante. Vale ressaltar que neste capítulo, a obra também aborda heranças africanas no Brasil, o que está de acordo com o recomendado pelas diretrizes da BNCC (2018). Além disso, há uma página inteira, a página 65, dedicada a renomados cientistas brasileiros.

No capítulo cinco, a temática trabalhada é a "Ligação Genética". A abordagem é contextualizada, correlacionando-se com os trabalhos de Mendel e explicando algumas das lacunas por ele deixadas. O capítulo é bem escrito e os exemplos são aplicados de forma eficaz.

Por fim, o capítulo seis aborda a questão do "Sexo e a Herança Genética". A imagem de abertura já demonstra alta qualidade e está intimamente relacionada com a temática, apresentando uma fotografia ampliada 35 mil vezes dos cromossomos "X" e "Y". Este capítulo explora temas clássicos e situações interessantes, como o "Mosaico nas fêmeas dos mamíferos". Outro ponto positivo é que a obra aborda a "Herança Ligada ao "Y" sem incorrer no exemplo incorreto da "Hipertricose Auricular" como um exemplo de característica com padrão de herança ligado a esse cromossomo. A coleção traz como um "plus", explicações detalhadas sobre "Alterações Cromossômicas", uma temática até então não abordada nas coleções anteriores. Além disso, destaca-se a inclusão de tópicos relacionados a "Aplicação da Genética Molecular", abrangendo áreas como biotecnologia, DNA recombinante,

enzimas de restrição, sequenciamento de genomas, impressão digital do DNA e diagnóstico e tratamento de doenças genéticas.

6.2 RECURSOS VISUAIS

Interpretar estímulos visuais, cada vez mais presente no cotidiano, é algo necessário e compulsório. O livro didático, presente em praticamente todas as escolas públicas do nosso país e com o intuito de potencializar o processo ensino-aprendizagem utiliza de uma combinação de imagens e textos (Rela; Troglio 2017).

O livro didático é um recurso interessante para os professores, pois além de apresentar o conteúdo curricular, também oferece recursos visuais que chamam a atenção dos alunos, como imagens, charges, tabelas, gráficos, fotografias, obras de arte, letras de músicas, e uma variedade de atividades pedagogicamente elaboradas para promover uma aprendizagem significativa nos alunos (Giorgi, 2014). Além disso, o livro didático possui um forte vínculo com o processo de ensino-aprendizagem de um estudante. Diferentemente de outras mídias, ele requer uma atenção plena para compreender a mensagem nele contido. Trata-se de uma mídia impressa, e por esse motivo a qualidade gráfica e das ilustrações devem chamar atenção e aguçar a curiosidade do estudante. Indo exatamente na contramão da realidade, as autoras afirmam que o livro didático é o “patinho feito” da categoria, apresentando qualidade inferior de papel, cores e texturas. Credita-se isso ao fato de o livro didático não necessitar ser vendido em uma prateleira, e sim ser indicado por um professor e ou instituição de ensino (Freitas; Rodrigues, 2008).

No ensino da genética mendeliana, não é diferente, segundo Santos e Oliveira (2018, p. 10)

A necessidade de uma melhor adequação dos recursos visuais, de forma a promover uma eficiente contextualização e conexão destas com os conteúdos teóricos, que estão sendo desenvolvidos no decorrer do livro didático. Além de uma diagramação das imagens que valorize o processo de entendimento dos conceitos e esquemas que remetem a explicação dos mecanismos propostos por Gregor Mendel no desenvolvimento dos pressupostos genéticos.

Na coleção **"Moderna Plus"**, as ilustrações se destacam pela qualidade e pela disposição adequada ao longo das páginas, associadas corretamente aos tópicos e as cores vibrantes. Algumas imagens reais são inseridas, promovendo uma conexão

direta com a vivência dos estudantes, as imagens de um livro, não são meras ilustrações, uma vez que possuem função cognitiva no processo ensino-aprendizagem (Coutinho; Soares; Moura, Braga, 2010). Nesse viés, os recursos visuais demonstram concordância com os tópicos abordados, sendo posicionados de forma adequada. No entanto, uma consideração negativa diz respeito ao tamanho das figuras e à sua colocação em algumas páginas, muitas vezes nos cantos. Isso pode estar relacionado com interesses da indústria editorial. Quando estes problemas são observados, devem ser mitigados pelos professores (Coutinho; Soares; Moura, Braga, 2010).

Ao analisar a coleção **"CIÊNCIA DA NATUREZA LOPES & ROSSO"**, admite-se ter experimentado uma certa decepção, dado o renome dos autores e a qualidade de suas numerosas publicações anteriores. Essa obra em particular apresenta uma quantidade reduzida de figuras e ilustrações, com a predominância de tabelas que sintetizam os conteúdos. A presença de imagens reais é limitadíssima, com apenas algumas ocorrências ao longo do material. Embora as que figurem se destaquem por apresentarem cores vivas, tamanho apropriado e posição razoavelmente adequada nas páginas. No entanto, observou-se a ausência de ilustrações clássicas, como a representação de Gregor Mendel, uma figura honrosa associada ao conteúdo abordado. Ausentam-se também imagens clássicas de cães labradores, cristas de galinhas, pelagem de coelhos, coloração da pele humana, entre outras que historicamente são fundamentais no estudo de extensões do mendelismo. Importa recordar que inovações são sempre bem-vindas, permitindo a substituição por outras imagens que abordem e elucidem exemplos equivalentes. No entanto, neste caso, a obra parece ter praticamente suprimido de maneira simples e direta as imagens, o que inevitavelmente, poderá prejudicar o processo de ensino-aprendizagem.

Na coleção **"BIOLOGIA HOJE"**, as imagens assumem uma dimensão mais ampla, encontrando-se distribuídas de forma mais equilibrada ao longo das páginas. A presença frequente de imagens reais se destaca, muitas vezes, introduzindo os capítulos de estudo e incitando a curiosidade dos alunos. Foram observadas páginas completas adornadas com ilustrações, conferindo à obra um apelo visual atrativo para os estudantes, como preconiza Freitas e Rodrigues (2008). Um aspecto a ser mencionado é a presença ocasional de uma gama limitada de cores em algumas ilustrações, embora isso não comprometa o propósito para o qual a obra se destina.

6.3 ATIVIDADES (ASPECTOS PEDAGÓGICO- METODOLÓGICOS)

Após realizarem entrevistas, Souza e colaboradores apontam como resultado de suas pesquisas, que a maioria dos estudantes entrevistados, avalia que a resolução de exercícios é a forma mais eficaz de aprendizado, contrariando a metodologia mais frequentemente adotada pelos professores que lecionam para os entrevistados. Vale salientar que estes exercícios devem valorizar o pensar e o aprender, tornando o estudante o protagonista do processo e não apenas um repetidor (Brighenti; Biavatti; Souza, 2015). Nos livros didáticos, são encontrados muitos exercícios problema, cujo função é facilitar a memorização e não as “questões abertas” que aproximam a Ciência do cotidiano do estudante (Núñez, 2003).

Assim, os exercícios presentes em um livro didático podem, se bem utilizados, servir de avaliação diagnóstica. Segundo Freitas (2016), a avaliação diagnóstica serve tanto para avaliar uma turma, um estudante e até mesmo os professores e, quando bem aplicada, poderá indicar uma possível alteração no processo ensino-aprendizagem para melhor alcançar os objetivos da disciplina.

No que diz respeito à presença de exercícios, esses foram avaliados quanto à clareza textual e se estavam alinhados com o conteúdo abordado em cada capítulo, e se a coleção apresenta uma variedade de tipos de exercícios, como discursivos, múltipla escolha, verdadeiro ou falso e estudos de caso. Além disso, é importante avaliar se os exercícios são formulados com clareza textual, de modo a facilitar a compreensão por parte dos estudantes.

No que se refere à análise da coleção **"MODERNA PLUS"** quanto à quantidade e qualidade das atividades, a situação é notavelmente preocupante. As coleções desenvolvidas para atender ao "novo ensino médio" e aprovadas pelo PNLD 2021 apresentam uma redução significativa no número de atividades propostas para os estudantes. No caso dessa coleção em particular, a distribuição das atividades é um pouco mais equilibrada, abrangendo atividades de múltipla escolha, somatório, questões discursivas e até mesmo algumas questões modelos ENEM.

No entanto, a coleção ainda apresenta uma quantidade insuficiente de exercícios, divididos em três blocos desiguais. O primeiro bloco contém 21 exercícios, nos quais são trabalhados conceitos de monoibridismo, estudos de heredogramas e alelos múltiplos; o segundo bloco contém apenas dois exercícios, em que ambos tratam de diibridismo e no terceiro e último bloco, a obra apresenta seis exercícios

todos trabalhando com heranças ligadas ao sexo. Como ponto positivo, destaca-se a presença de exercícios resolvidos passo a passo, em cada um dos três blocos, que podem servir como modelos para os estudantes.

Quando se analisa a coleção **"CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO"**, fica evidente a carência de exercícios de fixação. É importante ressaltar que a repetição desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem; no entanto, nesta coleção, apenas dez exercícios foram disponibilizados para toda a genética mendeliana e suas extensões, o que representa essencialmente um exercício de fixação por tópico. Além disso, todos esses exercícios estão agrupados todos no final da temática, o que dificulta o processo de fixação progressiva. Essa dificuldade ocorre porque os estudantes podem não relacionar adequadamente o tema abordado com a atividade proposta.

Na análise dos exercícios apresentados na coleção **"BIOLOGIA HOJE"**, destaca-se a presença de exercícios resolvidos e comentados, como pode ser observado nas páginas 22, 24 e 25. A obra fornece soluções detalhadas para exercícios envolvendo probabilidade e a resolução de problemas utilizando o "Quadro de Punnett". Essa abordagem se repete de maneira coerente ao longo dos capítulos, sendo sinalizada com destaque gráfico, geralmente com páginas de cor verde, tornando mais fácil para os estudantes localizarem esses recursos.

Outro ponto positivo é a inclusão de uma coletânea de exercícios tipo teste ao final de cada capítulo. Esses exercícios estão alinhados com o conteúdo abordado no capítulo e são selecionados a partir de vestibulares de instituições de renome em todo o Brasil. Vale ressaltar a diversidade de atividades propostas, que incluem questões abertas, questões de completar, questões de somatório, julgamento de sentenças e as tradicionais questões de múltipla escolha. Esse padrão se mantém constante ao longo de toda a obra, capítulo após capítulo.

Após a abordagem completa da genética mendeliana e suas extensões, os estudantes têm à disposição um total de 126 exercícios para consolidar o conteúdo estudado, promover a fixação do conhecimento e abordar possíveis dúvidas.

6.4 RECURSOS COMPLEMENTARES

Conforme abordado por Rocha (2012), a utilização de textos de divulgação científica como recursos didáticos proporciona benefícios expressivos no ambiente

educacional. Em primeiro plano, esses textos desempenham um papel relevante na formação do aluno, não apenas como leitor, mas também como cidadão consciente e informado. A capacidade de contextualizar o conteúdo curricular é destacada como um elemento enriquecedor, estabelecendo uma ligação mais tangível entre os tópicos discutidos em sala de aula e a realidade dos estudantes.

A intensificação da interação entre o aluno e a informação científica é um fator determinante. Ao despertar o interesse dos alunos para participar ativamente das atividades propostas, cria-se um ambiente mais motivador e propício para o aprendizado. Adicionalmente, o acesso a informações relevantes facilita a elaboração e a reelaboração de ideias, promovendo o desenvolvimento da autonomia na busca pelo conhecimento de Cavaignac (2023).

No que tange ao aprimoramento de habilidades, a incorporação de textos de divulgação científica contribui para o desenvolvimento da leitura crítica, compreensão de conceitos, prática de argumentação e familiarização com terminologias específicas. Por fim, a abordagem de temas atuais e socialmente relevantes amplia a perspectiva dos alunos, conectando o conteúdo científico ao seu contexto cotidiano, estimulando uma visão mais ampla e participativa no mundo ao seu redor. Esses benefícios ressaltam a importância desses textos como instrumentos valiosos para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem em ciências. Além disso, os textos de divulgação científica representam ferramentas valiosas para a formação continuada dos professores de ciências, proporcionando diversos benefícios no aprimoramento da prática docente. Os estudantes se beneficiam por meio do acesso a informações enriquecedoras, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades, o despertar do interesse e uma compreensão contextualizada da ciência em sua realidade (Rocha, 2012).

Segundo Ferreira e Queiroz (2012), pesquisadores brasileiros têm explorado a aplicação de textos de divulgação científica no ensino formal de ciências como um recurso complementar aos materiais educativos tradicionais, como os livros didáticos. Eles ressaltam a importância de práticas em sala de aula que facilitem a integração do conhecimento científico e que contribuam para a construção de hábitos e atitudes nos estudantes, influenciando seu comportamento mesmo após a conclusão da escola e da universidade. Ademais, estudos recentes revelam as potencialidades desses textos no desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação dos estudantes. Ainda segundo os autores, os textos de divulgação científica são

empregados como instrumento pedagógico no cenário educacional brasileiro, os textos têm o propósito de complementar o uso de materiais educativos convencionais, tais como os livros didáticos e simplificar a assimilação do conhecimento científico pelos estudantes.

O grupo docente enfrenta dificuldades na leitura e na adoção de textos de divulgação científica, os professores não têm o hábito de ler textos desse tipo, o que pode prejudicar a incorporação de materiais diversos em sala de aula. Alguns educadores se sentem despreparados para lidar com textos de divulgação científica, e a utilização desses materiais é pouco abordada nos cursos de formação de professores, sendo rara a sua aplicação por docentes universitários em suas práticas pedagógicas. Embora as dificuldades na leitura não impeçam a inclusão de textos de divulgação científica na sala de aula, destacam a urgência de desenvolver habilidades de leitura nas aulas de ciências (Ferreira; Queiroz, 2012).

Na coleção **"MODERNA PLUS"**, a introdução de textos de divulgação científica não foi observada. No entanto, ao analisar as atividades adicionais sugeridas pela coleção, é possível notar algumas propostas que se assemelham a caixas de diálogo diretas com os alunos, intituladas "Dialogando com o Texto". Além disso, há uma atividade proposta chamada "Atividade em Grupo", que envolve um bate-papo com os estudantes. No entanto, é perceptível que essa coleção aborda essas atividades de forma um tanto tímida, geralmente apresentando-as em pequenos quadros e sem grande destaque.

No que se refere às atividades adicionais, a coleção **"CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO"** não apresenta nenhuma atividade extra. Quanto aos textos de divulgação científica, há apenas uma única caixa de texto bastante discreta no canto da página 120, sem nenhum destaque e com informações muito limitadas sobre o tema proposto.

Além disso, na introdução da coleção direcionada aos professores, que não chega diretamente aos estudantes, são abordadas referências sobre o ensino por investigação, o estímulo ao pensamento crítico e à argumentação, bem como a reflexão sobre a ciência. Também são fornecidos alguns subsídios para a criação de um planejamento da disciplina.

Ao analisar a coleção **"BIOLOGIA HOJE"**, nos deparamos com uma grata surpresa. A coleção é repleta de caixas de texto que sugerem atividades em grupo, intituladas "Trabalho em equipe," incentivando a participação de outros professores

de diferentes disciplinas. Além disso, a coleção oferece dicas valiosas sob o título "Fique de olho," relacionando informações úteis para o dia a dia dos estudantes.

O livro apresenta atividades práticas sem economizar espaço, destacando essas atividades de forma proeminente na obra. Há também sugestões de aprofundamento com referências a livros e sites. Em relação aos textos de divulgação científica, a obra se destaca nesse aspecto. Na folha de rosto de cada capítulo, a coleção apresenta uma curiosidade científica relacionada ao tema que será abordado na unidade, com o intuito de estimular o interesse dos estudantes. O livro inclui uma caixa de texto generosa e mais bem posicionada na página, intitulada "História da ciência," onde diversos temas são discutidos de forma direta, apresentando trabalhos de pesquisadores renomados sempre relacionados ao tema proposto.

Além disso, a obra contempla outras caixas de texto com títulos sugestivos, como "Biologia e saúde" que aborda temas relacionados à saúde humana e de outros seres, "Biologia do cotidiano," que explora questões ligadas ao dia a dia dos estudantes e discute tópicos de interesse, como a cor dos olhos humanos. Por fim, há a seção "Biologia e sociedade" que trata da herança africana no Brasil, explorando dança, música, culinária e cientistas de destaque no mundo.

6.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

As Sequências Didáticas Investigativas (SDI), também são uma abordagem pedagógica ativa, que pode ser muito eficaz no ensino. Existem várias formas de se desenvolver uma Sequência Didática. Há quem defenda que o uso de histórias em quadrinhos (HQs) pode contribuir significativamente para o engajamento dos alunos e facilitar a compreensão dos conceitos genéticos de várias maneiras. Primeiramente, a abordagem lúdica e visual das HQs torna o aprendizado mais atrativo e estimulante, incentivando a participação ativa dos estudantes. Além disso, a contextualização dos conteúdos com situações do cotidiano dos alunos promove uma maior identificação e compreensão dos conceitos genéticos, facilitando a aplicação prática e a internalização dos conhecimentos. A criação de HQs pelos próprios alunos também estimula a criatividade, a reflexão e a expressão individual, promovendo uma aprendizagem mais significativa e colaborativa. Dessa forma, a sequência didática com HQs não apenas torna o ensino de genética mais envolvente, mas também favorece a assimilação e retenção dos conceitos, contribuindo para um aprendizado

mais eficaz e duradouro (Santana *et al.*, 2021). Existe autor que defende outros métodos, como o *Peer Instruction* e o Aprendizado Baseado em Problemas são metodologias ativas de aprendizagem que promovem a interação interdisciplinar entre alunos e professores ao estimular a colaboração, a troca de conhecimento e a resolução de problemas em equipe. No *Peer Instruction*, os alunos respondem a perguntas conceituais individualmente e discutem em grupos para chegar a um consenso, enquanto no Aprendizado Baseado em Problemas, os alunos trabalham em equipes para resolver problemas reais ou simulados, aplicando conhecimentos prévios e refletindo sobre novas estratégias de resolução. Ambas as abordagens enfatizam a importância da interação social, da aprendizagem ativa e da construção colaborativa do conhecimento, contribuindo para uma visão integrada e abrangente das disciplinas envolvidas no processo educacional (Santos, 2015). Independentemente do método, todos buscam criar um processo com a participação ativa do estudante, que gere conhecimento e desperte a curiosidade do aluno. Na aplicação de uma SDI com elementos da gamificação, os estudantes conseguem produzir conhecimentos de forma ativa, com intuito de investigar e utilizar os elementos aos quais a geração digital está acostumada. A dedicação e o compromisso com a realização das missões reforçaram a importância do uso de recursos tecnológicos em parceria com métodos ativos para engajar os estudantes nos estudos. Assim, a aplicação da Sequência Didática Gamificada Investigativa demonstrou ser uma estratégia eficaz, promovendo o aprendizado de forma participativa e envolvente. Os estudantes demonstraram interesse e participação ativa nas atividades propostas, refletindo a eficácia da abordagem no engajamento dos alunos (Silva; Luna, 2023).

As SDIs proporcionam uma metodologia ativa e investigativa, incentivando os alunos a explorarem conceitos e fenômenos e a construir seu conhecimento de forma significativa. Ao utilizar SDIs no ensino, os alunos são estimulados a investigar problemas científicos reais, a coletar e a analisar dados, a formular hipóteses e a argumentar com base em evidências. Isso promove o desenvolvimento da capacidade de argumentação, do pensamento crítico e da habilidade de justificar ideias (Motokane, 2015). A resolução de problemas que fazem sentido não apenas promove a compreensão mais profunda dos conceitos, mas também desenvolve habilidades cognitivas, emocionais e investigativas essenciais para a formação dos estudantes (Scarpa; Campos, 2018).

Nessa mesma linha de pensamento, a perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação contribui para a ampliação do ensino de ciências além da aprendizagem de conceitos, pois envolve uma abordagem que contempla os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica. Ao investigar situações contextualizadas, os estudantes têm a oportunidade de elaborar perguntas científicas, planejar métodos para responder a elas, coletar e interpretar dados, além de construir argumentos científicos baseados em evidências. Esse processo não apenas promove a compreensão de conceitos, mas também desenvolve habilidades de investigação, argumentação e pensamento crítico, permitindo aos alunos uma visão mais ampla e aprofundada sobre a natureza da ciência e seu papel na sociedade (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017). Ratificando esta linha de pensamento, a SDI proporcionou uma apropriação significativa de conceitos de genética pelos alunos, permitindo que eles promovessem discussões críticas sobre o papel da ciência na sociedade. Através da problematização proporcionada pelos materiais utilizados, os estudantes foram estimulados a investigar, refletir e dialogar sobre questões éticas, científicas e sociais relacionadas à genética (Leonor *et. al.*, 2012). Entende-se que a SDI proposta, conversa com todas as ideias defendidas pelos autores, visto que os estudantes irão trabalhar com conceitos básicos da genética mendeliana e suas extensões, serão instigados a resolver problemas, trabalharão com pesquisa, seleção de informações, utilizando da metodologia científica, em assim sendo participando do processo de Alfabetização científica.

Conforme Scarpa, Sasseron e Silva (2017), os três eixos da alfabetização científica são:

1. Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, permitindo a aplicação desses conhecimentos em diversas situações.
2. Compreensão das aplicações dos saberes construídos pelas ciências e pelas ações desencadeadas pela utilização desses saberes, contribuindo para a construção de raciocínio, do conhecimento e da tomada de posição.
3. Engajamento dos indivíduos na Alfabetização Científica por meio de uma abordagem que permita investigar situações problemáticas, promovendo a compreensão da ciência e seu papel na sociedade.

Nessa mesma ideia de introduzir a Alfabetização Científica, a argumentação desenvolvida permite que os alunos expressem suas ideias, hipóteses e interpretações sobre fenômenos naturais, experimentos e teorias científicas. Ao

justificar suas opiniões com base em evidências e raciocínio lógico, os estudantes aprendem a pensar de forma crítica, a questionar preconceitos e a construir conhecimento de maneira autônoma. As atividades investigativas podem desenvolver a capacidade da argumentação científica ao estimular o desenvolvimento de habilidades argumentativas nos estudantes. Durante o processo de investigação, os estudantes terão que desenvolver uma metodologia própria para coletar e analisar dados, interpretar resultados e construir explicações baseadas em evidências. Essa prática não apenas promove a compreensão dos conceitos científicos, mas também incentiva os alunos a elaborarem argumentos sólidos ao relacionar variáveis e apresentar explicações fundamentadas (Motokane, 2015).

Além disso, a argumentação é uma parte fundamental da prática científica, presente em diversas etapas e níveis de complexidade. Ao participarem de atividades investigativas, os estudantes têm a oportunidade de dialogar, trocar ideias, interpretar e reinterpretar informações, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Essa prática reflete a dinâmica da argumentação na comunidade científica, onde diferentes pontos de vista são discutidos e confrontados, levando a uma construção coletiva do conhecimento (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Segundo Motokane (2015), as SDIs possibilitam uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos de diversas áreas, como biologia, história, geografia, química e matemática, o que pode contribuir na construção do conhecimento dos alunos sobre diferentes temas, incluindo a genética mendeliana e suas extensões. Essa abordagem também favorece a contextualização dos conteúdos, tornando o aprendizado mais significativo e conectado com a realidade dos estudantes. Seguindo essa linha de pensamento, o jogo contido na SDI proposta traça uma “linha do tempo” entre os estudos realizados por Mendel e novos e mais recentes avanços científicos em genética. Com essa SDI também é possível discutir algumas questões de Geografia, quando se discute o local em que Mendel realizou seus estudos. Trabalhar com temas transversais como racismo e sexismo na Ciência, quando se discute os trabalhos realizados por Mayana Zatz e Jaqueline Goes de Jesus. Discutir o “esquecimento” que, muitas vezes acontece, quando os livros didáticos apagam o nome de Rosalind Franklin, do grupo de cientistas ligados à descoberta da estrutura do DNA.

Quando se pensa numa SDI, não se pode esquecer das prováveis dificuldades enfrentadas na aplicação dela, é sabido que há turmas grandes, muitas

vezes heterogêneas, no tange à bagagem teórica. Estudantes desmotivados, falta de equipamentos adequados, número de aulas insuficiente, calendário escolar apertado, entre outras dificuldades do dia a dia do professor. Nessa mesma linha de pensamento, Motokane (2015) elenca e define algumas dessas dificuldades:

1. Complexidade dos conhecimentos científicos: Para mediar a produção de argumentos, os professores precisam ter um bom domínio dos conteúdos científicos envolvidos, o que pode ser desafiador devido à complexidade e à constante evolução da ciência.

2. Estímulo à participação de todos os alunos: Garantir que todos os alunos tenham a oportunidade de participar ativamente na produção de argumentos, respeitando suas diferentes habilidades, conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem.

3. Promoção da argumentação fundamentada: Auxiliar os alunos a construir argumentos sólidos, baseados em evidências científicas, evitando a simples reprodução de opiniões pessoais ou informações superficiais.

4. Desenvolvimento das habilidades argumentativas: Estimular o desenvolvimento das habilidades de argumentação, como a capacidade de formular hipóteses, apresentar evidências, analisar dados e chegar a conclusões fundamentadas.

5. Feedback eficaz: Fornecer feedback construtivo aos alunos, orientando-os na melhoria de seus argumentos, na identificação de falhas lógicas e na ampliação de suas capacidades argumentativas,

6. Inclusão de diferentes perspectivas: Estimular a consideração de diferentes pontos de vista e a promoção do respeito à diversidade de opiniões, favorecendo o debate saudável e a construção coletiva do conhecimento.

7. Integração da argumentação com os conteúdos curriculares: Articular a produção de argumentos com os conteúdos específicos da disciplina, garantindo que os alunos compreendam a relevância da argumentação no contexto científico.

8. Tempo e planejamento: Gerenciar o tempo disponível em sala de aula para que as atividades de produção de argumentos sejam adequadas e eficazes, requerendo um planejamento cuidadoso e flexibilidade para ajustes conforme necessário.

Ainda segundo o autor, superar esses desafios exige formação continuada, prática reflexiva, colaboração com outros profissionais e o uso de estratégias

pedagógicas inovadoras que promovam a argumentação de forma significativa e engajadora para os alunos.

Em uma pesquisa realizada por Campos (2020), com professores no Grupo de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação (BioIn/IB -USP), que teve como foco aprofundar a compreensão de como os licenciandos desenvolvem o planejamento de sequências didáticas investigativas, os desafios que enfrentam e como desenvolvem conhecimentos relacionados ao Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) como abordagem pedagógica. Os futuros professores reforçam essas dificuldades e diversos desafios em relação ao conhecimento pedagógico ao adotar o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), sendo os mais citados:

1. **Demanda de tempo de aula:** 43,5% dos licenciandos apontaram que o EnCI exige uma maior demanda de tempo de aula para um tema ou para contemplar todo o conteúdo programático, o que pode representar um desafio em termos de planejamento e execução das atividades.

2. **Planejamento da instrução:** 32,6% dos licenciandos destacaram que o EnCI requer uma maior quantidade de tempo e trabalho no planejamento da instrução, indicando a necessidade de elaborar atividades mais complexas e alinhadas com os princípios do EnCI;

3. **Condições sociais da profissão:** Alguns licenciandos relacionaram os desafios do EnCI às condições sociais da profissão docente, como a pressão de pais e gestores por determinados conteúdos conceituais, a fragmentação das aulas e a diversidade de tempos de aprendizagem dos alunos, o que pode dificultar a implementação efetiva do EnCI.

4. **Restrições de tempo de planejamento:** Os licenciandos apontaram que as restrições de tempo de planejamento estão relacionadas às condições de trabalho dos professores, que muitas vezes precisam dar aulas em várias turmas para obter uma remuneração adequada, o que pode impactar a qualidade do planejamento das atividades de EnCI.

Esses desafios evidenciam as dificuldades enfrentadas pelos licenciandos ao adotar o Ensino de Ciências por Investigação, destacando a importância de desenvolver estratégias e habilidades para superar tais obstáculos e promover uma prática pedagógica mais eficaz e alinhada com os princípios do EnCI. Apesar das dificuldades, se vê, nas Sequências Didáticas Investigativas, uma excelente forma de

se chegar ao protagonismo do estudante, tão defendido na BNCC (2018). As SDIs são uma ferramenta valiosa para promover o ensino de forma mais dinâmica, participativa e eficaz, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades científicas e críticas nos alunos.

CONCLUSÃO

Nesta dissertação, a análise dos livros didáticos e construção de uma Sequência Didática Investigativa para o Ensino de Genética Mendeliana e suas extensões constitui parte da formação continuada de um profissional atuante na linha de frente da educação básica, especificamente no ensino de biologia, concomitante ao desenvolvimento do pesquisador.

Diante do que foi mencionado anteriormente, na etapa de análise do conteúdo presente nos livros didáticos utilizados no ensino médio evidencia-se que há lacunas, tais como: falta de correlação entre o conteúdo e abordagem de atividades complementares instigantes. Ratificando assim que a elaboração da sequência didática é uma estratégia didática colaborativa com o ensino da biologia especialmente da genética mendeliana.

O desenvolvimento e concepção da SDI teve o respaldo de uma pesquisa realizada em livros didáticos do ensino médio, e em literatura da área, com o intuito de oferecer uma proposta educacional consistente e promissora. A elaboração da SDI, ancorada nos princípios da BNCC (2018), e na metodologia investigativa, reflete a preocupação em criar um recurso educacional que possa ser efetivamente utilizado para enriquecer o ensino de Genética Mendeliana e suas extensões.

Ao integrar a metodologia investigativa e a gamificação no processo de ensino, busquei não apenas facilitar a compreensão dos conceitos genéticos, mas também estimular o protagonismo dos estudantes e promover um ambiente de aprendizagem participativo e motivador. A criação do jogo de tabuleiro "GEN RUN" e a abordagem de temas transversais, como a história da ciência e questões éticas, refletiram minha preocupação em contextualizar o conhecimento e estimular o pensamento crítico dos alunos.

Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa reforçam a importância de abordagens inovadoras e contextualizadas no ensino de Ciências da Natureza, especialmente no que diz respeito à Genética Mendeliana e suas extensões. A sequência didática desenvolvida tem potencial para ser uma ferramenta eficaz para promover uma aprendizagem mais significativa e o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais nos estudantes.

esta dissertação não apenas poderá contribuir para a melhoria do ensino de Genética Mendeliana e suas extensões, mas também representa um esforço contínuo

em direção à inovação e à qualidade na educação em Biologia. A integração de tecnologias educacionais, a promoção da interdisciplinaridade e a valorização do pensamento crítico e investigativo dos alunos são pilares fundamentais que sustentam este trabalho e que podem inspirar práticas pedagógicas mais eficazes e engajadoras no contexto escolar.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. G. A importância da contextualização na prática pedagógica. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 488111472, 2019.
- ARAÚJO, M. S.; LEITE, A. S. “O caminho das ervilhas”: recurso didático no ensino da genética mendeliana. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 514–529, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i6.1878
- BAIOTTO, C. R.; DA SILVA LORETO, É. L. Caracteres humanos herdados utilizados no ensino de genética em livros didáticos. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 4, 2018 a.
- BAIOTTO, C. R.; DA SILVA LORETO, É. L. Ensinar padrões de herança mendelianos utilizando caracteres humanos—percepção dos professores. **Revista Contexto & Educação**, v. 33, n. 105, p. 6-26, 2018 b.
- BANDEIRA, A.; STANGE, C. E. B.; SANTOS, J. M. T. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia-SINETEC**. Ponta Grossa-PR, 2012.
- BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciências Naturais e Matemática., Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.
- BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. Ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. **Filosofia e História da Biologia**, v.4, p.43-63, 2009
- BRASIL. Ministério da Educação. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf . Acessado em: 28 set. 2022.
- BRAGA, C.S; RODRIGUES, D. V; LIMA, E.; SANTOS, B. N. V. dos; DAHMER, N. Avaliação de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, com enfoque no conteúdo de Biologia Celular. **Cáceres**, v. 2, n. 1, p. 319-324, 2015.
- BRIGHENTI, J.; BIAVATTI, V. T.; DE SOUZA, T. R. Metodologias de ensino-aprendizagem: uma abordagem sob a percepção dos alunos. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 8, n. 3, p. 281-304, 2015.
- CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. A genética humana no ensino médio: algumas propostas. **Revista Genética na Escola**, v. 02, n. 01, p. 14-16, 2007.
- CAMPOS, N. F. **Desafios e possibilidades no planejamento de atividades investigativas**: oportunidades de construção de conhecimentos por licenciandos de

Biologia. 2020. Tese (Doutorado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020

CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. São Paulo; Cengage Learning, 2010. 158p. Coleção ideias em ação.

CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 164p.

CAVAIGNAC, S. M. G. Jogos digitais como método de ensino: uma proposta de modelo de jogo para o ensino do jornalismo. 2023.

COUTINHO, F. Â.; SOARES, A. G.; DE MOURA BRAGA, S. A. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, 2010.

COPERVE. Comissão Permanente Vestibular. Universidade Federal de Santa Catarina. Vestibular Anteriores Disponível em: <https://coperve.ufsc.br/>. Acesso em: 07 nov. 2023.

CRUZ DA ROCHA, S.; ROXO SPERANDIO, V. M. M. O Lúdico no Ensino de Genética. **Cadernos PDE**, v. 2, p. 47, 2016.

DE ABREU FERREIRA, L. N.; QUEIROZ, S. L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

DA SILVA, R. M. A.; DA SILVA LUNA, T. G. SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO FAKE NEWS PARA O ENSINO DE IMUNOLOGIA DE FORMA REMOTA. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 7, n. 2, p. 237-254, 2023.

DE FREITAS, S. R. P. C. O processo de ensino e aprendizagem: a importância da didática. **FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA, VIII**, Trabalho curricular apresentado para a disciplina de Didática e organização do trabalho escolar, p. 1-6, 2016.

DE SANTANA, J. I.; CARVALHO, Maria Emília Oliveira de; SANTANA, Juliane Maria de; GARCIA, A. C. L. Sequência didática para o ensino de genética: utilização de histórias em quadrinhos contextualizadas sobre o sistema ABO e o fator Rh. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e281101623509-e281101623509, 2021.

DI GIORGI, C. A. G.; MILITÃO, S. C. N.; MILITÃO, A. N.; RAMOS, R. C.; LIMA, V. M. M.; LEITE, Y. U. F. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 22, p. 1027-1056, 2014.

DOS REIS ZOCCHÉ, E. R.; DE LIMA SOUZA, H. M. Sequência Didática Gamificada Investigativa como estratégia pedagógica para o ensino de Microbiologia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1-25, 2023.

DOS SANTOS, V. C.; EL-HANI, C. N. Ideias sobre genes em livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

DOS SANTOS ARAÚJO, M.; DE SOUSA LEITE, A. O caminho das ervilhas”: recurso didático no ensino da genética mendeliana. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 514-529, 2020.

DOS SANTOS, E. F.; OLIVEIRA, V. S. S. As leis de Mendel em livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLEM/2018. **Anais IV CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2019.

FONTOURA, A. S. **Herança multifatorial**: concepções de estudantes de ensino médio, desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

FRANZOLIN, F. Conteúdos básicos de genética para o ensino médio: comparando as opiniões dos professores da educação básica, dos docentes do ensino superior e dos documentos curriculares estaduais. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1373-1377, 2013.

FRANZOLIN, F.; PROCHAZKA, L. de S.; DE PIETRI, A. P. Z. S.; CARVALHO, G. S. de. Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: Transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.25, n.1, p.239-261, 2020.

FREIRE, P.; HORTON, M. **O caminho se faz caminhando**: conversas sobre educação e mudança social. 4 ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2003.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991

FREITAS, N. K.; RODRIGUES, M. H. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. **DAPesquisa**, v. 3, n. 5, p. 300-307, 2008.

FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciências**, v. 7, p. 1-13, 2009.

GASQUE, K. C. G. D.; COSTA, S. M. S. Comportamento dos professores da educação básica na busca da informação para formação continuada. **Ciência da informação**, v. 32, p. 54-61, 2003.

GAYÁN, E.; GARCÍA, P. E. Como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales. **Enseñanza de las ciencias**. Número Extra, V Congresso, p. 249-250, 1997.

GUIMARÃES, M. de N. K.; PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. F. de. Tirinhas no ensino da estrutura, função e conceito de gene. **Genética na Escola**, v. 9, n. 2, p. 118-123, 2014.

GRANDI, L. A. **Indicadores de alfabetização científica**: abordando a biodiversidade em uma sequência didática investigativa. 2016. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

GRIFFITHS, A. J. F. What does the public really need about genetics. **American Journal Human Genetics**, vol.52, p.230-251, 1993.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Provas e Gabaritos. Publicado 03 set. 2020. Atualizado 14 nov. 2023. Disponível em: Provas e Gabaritos — Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep (www.gov.br). Acesso em: 16 nov. 2023

LEONOR, P. B.; RUI, H. M. G.; AMADO, M. V.; LEITE, S. Q. M. Revolução genômica: uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no Ensino Fundamental dentro de uma perspectiva CTSA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 2, n. 02, p. 68-80, 2012.

LIMA, A. C.; PINTON, M. R. G. M.; CHAVES, A. C. L. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 6, 2007, ABRAPEC.

LORBIESKI, R.; RODRIGUES, L. S. S.; D'ARCE, L. P. G. Trilha meiótica: o jogo da meiose e das segregações cromossômica e alélica. **Revista Genética na Escola**, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2010.

MACEDO, E. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do ensino de ciências. In: LOPES, A.C.; MACEDO, E. (Org.). **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papirus, 2004.

MANOEL, B. C. L.; SOBRINHO, P. J.; VILAÇA, M. L. C. 143. O livro didático como instrumento de inclusão social durante a pandemia da Covid-19: limites e possibilidades. **Revista Philologus**, v. 27, n. 81 Supl., p. 1884-97, 2021.

MATTAR, J. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MEC. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Dados Estatísticos. PNLD. Publicado 01 jan. 2014. Atualizado 25 jan. 2024. Disponível em: Dados estatísticos — Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (www.gov.br). Acessado em: 07 nov. 2023.

MOURA, J; MEIRELES DE DEUS, M. do S.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil–breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 115-138, 2015.

MUNAKATA, K. O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista brasileira de história da educação**, v. 12, n. 03, p. 179-197, 2012.

NASCIMENTO, A. G. do. **Análise do conteúdo de genética presente no ENEM nos anos de 1998 a 2019**. 2020. 54 f. Monografia (Graduação) - Curso de Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Departamento de Biologia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020

NORONHA, F. P. T. **Metodologia de projetos de aprendizagem associada à gamificação**: ressignificação da prática pedagógica para a construção do conhecimento de programação. 193 f. Tese (doutorado em Educação) – Universidade La Salle, Canoas, 2022

NUNES, T. S. **Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P. da; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33, n. 1, p. 1-11, 2003.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. São Paulo, SP: Cortez, 2010.

RELA, E.; TROGLIO, L. A imagem como história, uma leitura do livro didático através dos seus recursos visuais. **Domínios da Imagem**, v. 11, n. 21, p. 182-203, 2017.

ROCHA, M. B. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. **Acta Scientiae**, v. 14, n. 1, p. 132-150, 2012.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

RODRIGUES, F. M. Avaliação do conteúdo de genética e biologia nos vestibulares da Universidade Estadual de Goiás. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, V. 3, n. 1, p.1-13, 2014.

SANTOS, C. A. M. dos. O uso de metodologias ativas de aprendizagem a partir de uma perspectiva interdisciplinar. **Congresso Nacional de Educação–EDUCERE**. 2015. p. 27203-27212.

SANTOS, F. D. dos; SILVA, A. F. G.; FRANCO, F. F. 110 anos após a hipótese de Sutton-Boveri: a teoria cromossômica da herança é compreendida pelos estudantes brasileiros? **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, p. 977-989, 2015.

SARMIERI, V. S.; JUSTINA, L. A. Fatores inibidores da atividade pedagógica. **Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, v. 12, 2004.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SILVA, M. Â. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 37, p. 803-821, 2012.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. Extensões do Mendelismo. In: SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos da Genética**. Quarta Edição. GUANABARA KOOGAN, 2008, p.67-87.

SOARES, J.; RODRIGUES, A. Avaliação do jogo educativo lei de mendel. **Brazilian Symposium on Computers in Education** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2016. p. 826.

STURM, Carla Roberta. **Análise da primeira Lei de Mendel em livros didáticos de biologia do ensino médio**. 2022. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza/Pr, 2022.

TAVARES, L. R.; MEDEIROS, L. R. Percepções sobre o uso da gamificação no ensino de genética a partir da aplicação do jogo Escape Room. In: BEZERRA, A. P.; MORAIS, D. K. P. C.; SOUZA, F. V. de (Orgs.). **Educação no cenário da contemporaneidade: limites e possibilidades**. Editora e-Publicar, 2021.

VASCONCELOS, S. D. Conteúdo entomológico nos livros de Ciências: contribuições da avaliação oficial de materiais didáticos. **Encontro Perspectivos do Ensino de Biologia**. São Paulo, 2002. CD-ROM.

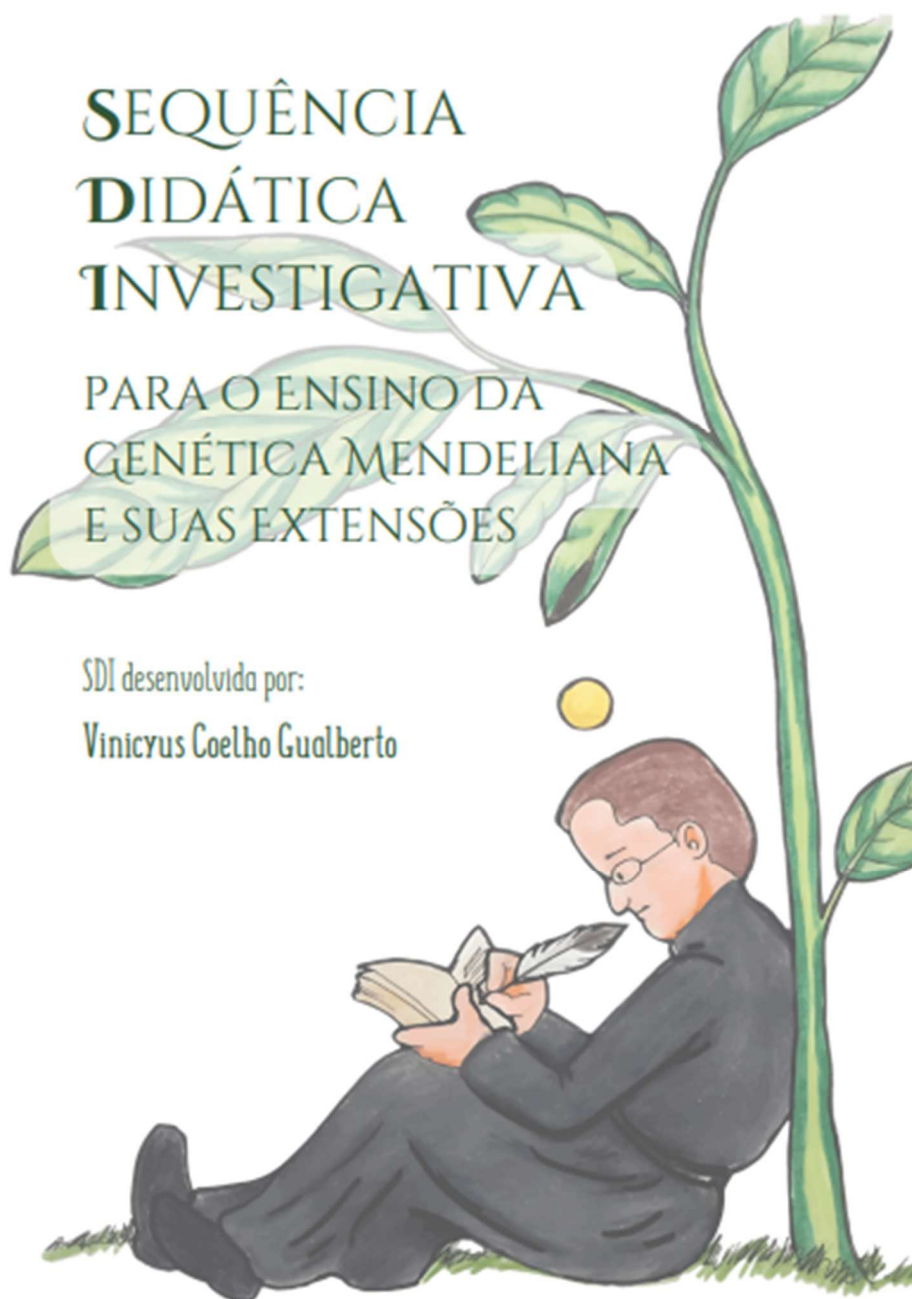
VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VILARINHO, L.R.G.; SILVA, J.S.N. A Avaliação do Livro Didático como Instrumento de Afirmação da Autonomia da Escola e de seus Docentes. **Meta: Avaliação**, v. 7, n. 21, p. 403-428, 2015.

XAVIER, C. S. A frequência de questões relacionadas biotecnologia e tecnologias do DNA no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e sua importância no ensino

básico. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 6, n. 04, p. 94-110, 2016.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – S.D.I. DESENVOLVIDA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

PARA O ENSINO DA
GENÉTICA MENDELIANA
E SUAS EXTENSÕES

SDI desenvolvida por:

Vinicyrus Coelho Gualberto

SUMÁRIO

7 Introdução

5 Sequência Didática Proposta

1ª Aula 7

2ª e 3ª Aulas 10

4ª Aula 14

13 Artigos Sugeridos

INTRODUÇÃO

O objetivo geral desta pesquisa, é desenvolver e entregar uma sequência didática investigativa (SDI), que esteja ancorada no que preconiza a BNCC (2018). Sendo assim, se fez necessário gerar uma situação problema, que recriasse situações reais e sem respostas diretas, simples e previsíveis, como citado por Grandi (2016). Foram elaboradas para serem atrativas aos estudantes, a partir de um tema central, incentivando a criatividade e a imaginação para responder à questão problema, conforme afirmava NUNES (2016). A sequência didática investigativa foi pensada para ocorrer em um tempo hábil, sem comprometer um grande número de aulas, com objetivos claramente definidos. Ressalta-se que essas atividades poderão servir de gancho para atividades futuras, conforme orientação de NUNES (2016).

Com o intuito de criar e organizar a sequência didática investigativa, foram observados dois modelos propostos por ERDURAN (2006 apud NUNES, 2016): predição-observação-explicação e teorias concorrentes.

Ambos promoveram o debate acerca de uma mesma situação-problema, levando em conta a capacidade de argumentação dos estudantes. No caso do primeiro modelo, o modelo "Predição-Observação-Explicação", modelo este escolhido para criar a sequência didática investigativa proposta nesta pesquisa, neste caso, o estudante deveria primeiramente levantar hipóteses, cujo objetivo era explicar temporariamente a situação problema.

Em seguida, as hipóteses foram testadas, confirmadas e/ou refutadas, finalizando com a construção de um texto argumentativo, a fim de apontar possíveis soluções para os problemas apresentados. Já no modelo "Teorias concorrentes", foram apresentadas aos estudantes duas hipóteses diferentes para a explicação de um mesmo problema, cabendo ao estudante escolher uma delas e justificar cientificamente o motivo da escolha, conforme NUNES (2016).

1

Professor propõe
situação-problema

2

Estudantes criam
hipóteses

3

Estudantes realizam
pesquisas bibliográficas

4

Criação de cards
das personalidades

5

Dinâmica do jogo
"Gen Run"

6

Roda de conversa
para finalização

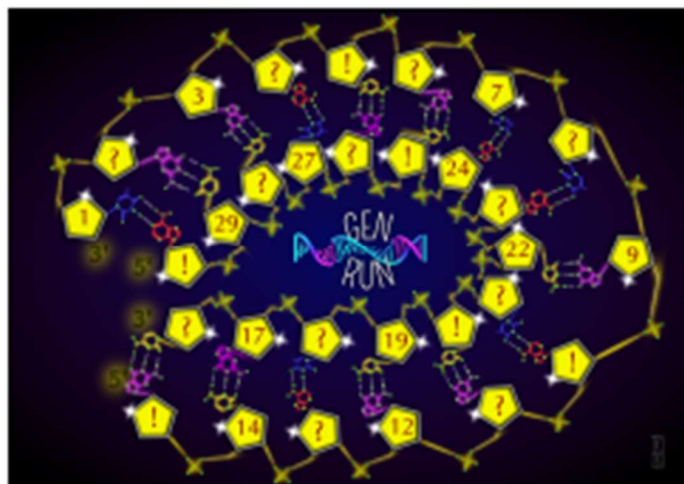
A SDI proposta tem como objetivo se tornar um complemento ao conteúdo do livro didático, respeitando a liberdade de cátedra do professor, promovendo o engajamento dos estudantes e contribuindo para um processo de ensino-aprendizagem mais significativo, participativo e investigativo sobre genética mendeliana e suas extensões. Na construção dessa sequência didática, foram considerados o protagonismo do estudante, a abordagem investigativa e a facilidade de aplicação em sala de aula, sem perder de vista as competências/habilidades indicadas pela BNCC (2018).

A SDI produzida como produto educacional **não** foi aplicada com discentes em sala de aula, tão pouco com docentes que lecionam no Novo Ensino Médio. Esta sequência didática, ficará disponível na biblioteca central da Universidade Federal de Santa Catarina, e será submetida para publicação em periódico da área, com intuito de contribuir e auxiliar professores que tenham interesse em trabalhar o conteúdo de genética mendeliana, com o viés investigativo.

A proposta da Sequência Didática Investigativa (SDI), se estende ao longo de quatro aulas, cada uma com duração de 45 minutos. A sequência proposta, possui grau de liberdade quatro, conforme preconiza CARVALHO, et al (2010, p. 55). Nesse modelo, o professor desempenha um papel central ao apresentar uma situação problema desafiadora. Os estudantes, então, são encorajados a formular hipóteses para explicar a situação-problema proposta pelo professor.

Na etapa seguinte, os alunos serão direcionados a realizar pesquisas bibliográficas para confirmar ou refutar as hipóteses anteriormente levantadas. Essa fase da SDI promove a autonomia dos estudantes, incentivando a busca ativa por conhecimento e a construção de argumentos embasados em fontes confiáveis. Após a pesquisa, os alunos participarão de debates para compartilhar seus achados. Cada grupo será desafiado a sintetizar as informações coletadas, criando cards contendo os dados relevantes sobre as personalidades apresentadas na situação problema. Esses cards desempenharão um papel crucial na mecânica de um jogo didático de tabuleiro, que pode ser previamente oferecido ou criado pela turma, dependendo da disponibilidade de tempo e dos materiais da unidade escolar.

A mecânica do jogo, possibilita a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, estimulando a participação ativa dos estudantes e a consolidação do aprendizado de maneira lúdica. Ao final da SDI, uma roda de conversa será conduzida para aprimorar possíveis lacunas deixadas pelo processo. Essa fase não apenas permite uma reflexão coletiva sobre o que foi aprendido, mas também proporciona uma avaliação processual dos estudantes envolvidos na SDI. Dessa forma, a proposta não apenas busca instigar a curiosidade e a pesquisa, mas também promove uma avaliação contínua e formativa do desenvolvimento dos estudantes ao longo da sequência didática.



[Clique aqui
para acessar o
tabuleiro para
imprimir](#)

SEQUÊNCIA
DIDÁTICA
INVESTIGATIVA
PROPOSTA



1ª Aula: Apresentação da Situação Problema, Levantamento das Hipóteses e Pesquisa Bibliográfica



45 min

Na primeira aula, o professor introduzirá a situação problema, promovendo a participação ativa dos estudantes ao longo de um processo estruturado. A turma poderá ser dividida em seis grupos, sendo seis personalidades sugeridas e que cada grupo deverá pesquisar uma personalidade diferente.

DICA

Oriente a turma na escolha dos grupos, vale lembrar que grupos de trabalho não devem ser escolhidos apenas por afinidade, e sim por competências e habilidades que os integrantes da turma já conhecem. É importante que o professor permita a livre escolha do grupo, isso estimula a autonomia e o engajamento dos estudantes no processo como um todo. Outra dica importante recai sobre o professor, que deve estar atento ao tamanho dos grupos, grupos com mais de cinco estudantes tendem a ser improdutivos, podendo só alguns membros trabalharem ativamente, caso a turma seja muito grande, o professor pode dividi-la e realizar a atividade simultaneamente com os dois grupos. Ficar atento a possíveis exclusões de estudantes, limitações e ou dificuldades de socialização apresentadas por algum membro da turma.

Em seguida, o professor apresentará o tabuleiro do jogo para a turma como um todo. Para confirmar o caráter investigativo desta SDI, o professor apresentará imagens das personalidades propostas.

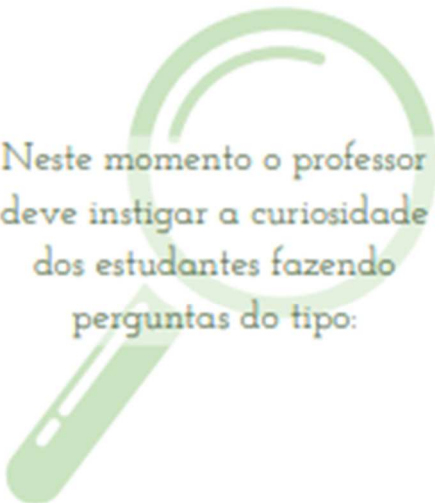
Estas imagens poderão ser projetadas uma a uma, ou numa espécie de nuvem. De preferência as imagens disponíveis no Google, e de domínio público, sempre associadas ao trabalho realizado pelas personalidades.

Personalidades Sugeridas:

Gregor Mendel
James Watson
Francis Crick
Rosalind Franklin
Mayana Zatz
Jaqueline Goes de Jesus

DICA

A escolhas das personalidades se deu pensando em uma linha sequencial de eventos e datas, todos são pesquisadores que produziram ou tem produzido conhecimentos importantes na área da genética, e que para poderem produzir tais novos conhecimentos precisaram do que foi produzido por Mendel, utilizaram dos conhecimentos produzidos por ele, lá em 1865. O professor pode adaptar essa lista conforme suas necessidades pedagógicas do momento. Outra possibilidade, sendo viável, o professor pode levar figuras impressas dos pesquisadores para que os estudantes possam manusear. É possível que o professor utilize de outros nomes, relacionados a genética, garantindo assim a liberdade de cátedra.



Neste momento o professor deve instigar a curiosidade dos estudantes fazendo perguntas do tipo:

O que eles possuem em comum?

O que conecta estas personalidades?

Vocês já viram ou ouviram falar de alguns deles?

Será que o trabalho de alguns deles impactou diretamente nas nossas vidas?

Neste momento o professor poderá tomar nota no quadro das observações feitas pelos estudantes, e na sequência, junto com os estudantes, filtrar as respostas de forma que fique as que tenham sentido, sempre justificando o motivo e sem desmerecer as hipóteses dos estudantes.



Observações:



Nesta fase da SDI, o professor desempenha um papel crucial ao fornecer materiais essenciais para poderem encontrar informações relacionadas aos questionamentos levantados acima sobre as personalidades. Deverão ser disponibilizados livros didáticos, revistas científicas, artigos científicos e referências de páginas da web confiáveis. Esse momento é propício para uma breve explanação sobre o que caracteriza uma fonte confiável, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade de avaliação crítica de informações.

DICA

O professor poderá junto com os estudantes, pesquisar se alguns desses nomes sugeridos aparecem nos livros didáticos utilizados pela turma, o professor poderá dispor de revistas como: "Genética na Escola" e "Filosofia e História da Biologia". Alguns artigos científicos estão sugeridos na página 15. Ou ainda utilizar sites que apresentem curadoria como Wikipédia.

Durante a segunda metade da aula, os estudantes iniciarão suas pesquisas, buscando confirmar ou refutar as hipóteses levantadas anteriormente. Essa etapa é fundamental para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, incentivando a utilização de diversas fontes para enriquecer suas análises.

Como atividade final da aula, o professor distribuirá uma personalidade para cada grupo criar o card. Esses seis cards serão utilizados no jogo didático nas próximas aulas. Essa etapa é essencial para consolidar o aprendizado, pois os estudantes terão que sintetizar as informações coletadas, conforme orientação do professor.



O professor, desempenha um papel orientador, estará disponível para esclarecer dúvidas, fornecer direcionamentos e guiar o processo. É importante ressaltar que o professor não deve fornecer respostas prontas, mas sim incentivar o protagonismo dos estudantes, que estarão ativamente envolvidos no processo de construção do conhecimento.

Ao final desta aula, os estudantes estarão munidos de conhecimento mais aprofundado sobre as personalidades em questão, contribuindo para uma experiência rica e engajadora nas etapas subsequentes da SDI.

Essa abordagem foi estruturada não apenas estimular o conhecimento prévio dos estudantes, mas também promover a reflexão crítica desde o início da sequência didática. O ambiente colaborativo dos grupos e a estratégia de revelação gradual das informações proporcionam uma base sólida para o desenvolvimento das próximas etapas da SDI.

DICA

Neste cartão, o aluno deve destacar a área de atuação da personalidade, sua nacionalidade, ano de nascimento, e ano de falecimento, se aplicável, bem como suas contribuições para a ciência. Deve-se especificar com qual área da ciência trabalham, qual é o objeto de sua investigação, e se fizeram alguma descoberta ou desenvolveram algo significativo para a sociedade.

2ª e 3ª Aulas: Jogando e Aprendendo



90 min

As 2ª e 3ª aulas, com duração de 45 minutos cada, o professor poderá utilizar dos primeiros 20 minutos para finalização dos cards de informações sobre os pesquisadores, e o tempo restante será dedicado à aplicação do jogo de tabuleiro.

Durante o jogo, o objetivo é proporcionar um momento lúdico e descontraído, enfatizando o protagonismo dos estudantes e a ideia de aprender brincando. O papel do professor, nesse contexto, é o de ser um coordenador do processo, observando atentamente e registrando todas as atividades que ocorrem durante o jogo.



COMO JOGAR “GEN RUN”

1 Progressão no Tabuleiro:

Todas as jogadas e movimentos no tabuleiro devem seguir o sentido horário.



2 Início do Jogo:

Cada equipe recebe um estoque inicial de 10 moedas A, 10 moedas T, 10 moedas C e 10 moedas G.



As equipes lançam um dado para determinar seu valor numérico, a equipe que obtiver o maior número no dado inicia o jogo. Em caso de empate no dado, as equipes empatadas realizam novos lançamentos até que se defina a ordem de início.

Numere as equipes de acordo com a ordem com que cada uma iniciará o jogo, ou seja, a primeira equipe a iniciar será a equipe 1, assim, sucessivamente.

3 Ordem das Jogadas:

A ordem das jogadas segue o sentido horário, iniciando pela equipe que obteve o maior número no dado.



Após cada rodada, a equipe seguinte no sentido horário realiza sua jogada.

[Clique aqui para imprimir os cards do jogo](#)

4 Lançamento de Dados:

Antes de efetuar sua jogada, cada equipe deve lançar um dado, o número no dado determina quantos espaços a equipe avança no tabuleiro.

5 Desafios:

Quando uma equipe cair na casa desafio, indicado no tabuleiro por um ponto de interrogação, a equipe seguinte na ordem de jogo torna-se a desafiante e deve selecionar uma pergunta pré-elaborada do jogo para fazer à equipe desafiada. O link para acessar os cards desenvolvidos está na página anterior, assim como é possível acessar [clikando aqui](#), o gabarito sugerido para os desafios está junto com as cartas, porém também nas últimas páginas deste guia (páginas 16 e 17). Assim, a ordem de início do jogo determinará qual equipe desafiará a outra, ou seja: se a equipe 1 cair em uma casa de desafio, a equipe 2 será a desafiante; segue a sequência até a última equipe que será desafiada pela equipe 1.

As perguntas que a equipe desafiante irá ler devem ser misturadas no início do jogo e retiradas do jogo após serem lidas. Essas serão lidas em sequência, seguindo a ordem estabelecida pelo embaralhamento aleatório antes do início do jogo. Se a equipe desafiada acertar a resposta, ganhará moedas correspondentes ao nível da pergunta.

- Perguntas Fáceis: 1 moeda, sendo (A ou T).
- Perguntas Médias: 2 moedas, sendo uma (C ou G), e a outra (A ou T).
- Perguntas Difíceis: 2 moedas (C e G).
- No caso de erro, a equipe não ganha moedas e é obrigada a pagar ao "banco de reserva das moedas" o valor correspondente às moedas da pergunta.
- Após a equipe percorrer todas as casas numeradas, completará uma rodada completa no DNA do tabuleiro, e nesse caso o "jogo" entrega a cada equipe dois pares de moedas, sendo um par de moedas A e T, e outro par de moedas C e G. Estas moedas excedentes, ficam armazenadas no "Banco de moedas" que poderá ser controlado pelo professor, ou um estudante juiz previamente estabelecido.



6 Espaços Especiais:

A primeira equipe a cair em um espaço especial, devidamente identificado com um ponto de exclamação, receberá um card entregue pelo professor, e o card terá os dados de um pesquisador de destaque, card esse produzido a partir da pesquisa realizada pelos estudantes. O primeiro grupo que chegar em um espaço especial, lê em voz alta as informações do card; as equipes subsequentes que pararem no mesmo espaço devem pagar um pedágio de três moedas, sendo obrigatoriamente duas moedas pareadas (A pareado com T, ou C pareado com G).



DICA

O professor poderá antes do início do jogo, estabelecer se a equipe poderá ou não ler o próprio card produzido.

7 Troca de Integrantes:

Caso uma equipe tire aleatoriamente o card "Troca de Integrantes", ela deve realizar uma troca de membros com qualquer outro integrante de qualquer equipe que estiver participando.

A equipe que tirou o card, deve indicar a troca, e é obrigatório a realização da troca.



8 Penalização por Falta de Moedas:

Se uma equipe errar uma pergunta desafio e não tiver moedas suficientes para pagar, ela ficará duas rodadas completas de dados sem participar.

Se a equipe não tiver moedas para pagar o pedágio, também ficará duas rodadas completas sem participar.

Após a penalização, a equipe volta ao jogo para tentar ganhar moedas.



9 Vitória:

O jogo tem um tempo pré-determinado (uma aula de 45 minutos, ou 1 hora como sugerido nesta sequência). Quando esse tempo acabar, será considerado vitorioso o time que tiver acumulado mais pontos.

Os pontos são determinados pelo total de moedas A, T, C e G conquistadas pelas equipes. Vale lembrar que os pontos foram atribuídos de acordo com a quantidade de ligações de hidrogênio realizada entre as bases nitrogenadas (A e T valem 2 pontos, C e G valem 3 pontos). Esta pontuação, não está atrelada a um possível grau de importância biológica dos nucleotídeos, na estrutura do DNA, todas têm a mesma importância.



Se por ventura todas as moedas do jogo forem conquistadas, o vencedor será a equipe com mais pontos.



Estas regras proporcionam um sistema de pontuação mais claro e permitem que a vitória seja determinada pelo total de pontos acumulados ao final do tempo pré-determinado ou quando todas as moedas do jogo forem conquistadas.

Ao final do jogo, é importante realizar uma discussão sobre as experiências vivenciadas, permitindo que os estudantes compartilhem suas percepções, aprendizados e desafios encontrados durante a atividade. Essa reflexão coletiva contribuirá para uma avaliação mais completa e enriquecedora do processo de aprendizagem.

4ª Aula: Finalizando a SDI



45 min

Neste momento, o professor deve promover uma discussão em grupo, para refletir sobre todo o processo, realizar uma avaliação da atividade, ouvir os estudantes, registrar os pontos positivos e negativos da experiência, e anotar sugestões para possíveis ajustes e melhorias na Sequência Didática Investigativa (SDI). A sugestão que o professor faça uma avaliação processual, uma vez que a avaliação é entendida como um processo contínuo, portanto, é fundamental que o professor tome nota de todas as contribuições, criações e participações dos estudantes. Recomenda-se avaliar

preferencialmente de forma qualitativa, levando em consideração não apenas o resultado final, mas também o esforço, a criatividade e a participação ativa dos alunos.

É importante ressaltar que essa SDI traz sugestões de como aplicar o jogo de tabuleiro criado, porém o professor pode fazer adaptações que sejam cabíveis, e estejam em sintonia a sua realidade.



DICA

O professor poderá utilizar do tabuleiro e outras peças do jogo disponibilizada nesta SDI, ou produzir seu próprio tabuleiro com materiais alternativos na própria unidade escolar como: Cartolinas, papel Kraft, caixas de papelão, canetas, lápis e garrafas pets para confecção das moedas. Vale salientar que a construção do tabuleiro pode ser uma etapa muito válida, mas demandará mais tempo, e toda uma adaptação para a continuidade desta SDI.

ARTIGOS SUGERIDOS

VELOSO, A.J Barros. As ervilheiras de Mendel à dupla hélice de Watson e Crick. *Medicina Interna*, v. 3, pág. 115-122, 2003.

WATSON, JD; CRICK, FHC Uma estrutura para o ácido desoxirribonucleico. *Nature*, v. 171, n. 4356, pág. 737-738, 1953.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. *Ciência & Educação*, v. 02, pág. 223-233, 2005.

STRATHERN, Paulo. *Crick, Watson e o DNA em 90 minutos*. Zahar, 2001.

DA SILVA, Marcos Rodrigues. Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla-hélice do DNA. *Filosofia e história da biologia*, v. 1, pág. 297-310, 2007.

SILVA, Marcos Rodrigues da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. *Scientiae Studia*, v. 69-92, 2010.

ZATZ, Mayana. *Genética: escolhas que nossos avós não faziam*. Globo Livros, 2013.

ZATZ, Mayana. Clonagem e células-tronco. *Estudos avançados*, v. 18, p. 247-256, 2004.

ARAÚJO, Iolanda Ponzetta et al. Analisando o Livro de Passatempos "Mulheres Cientistas: Coronavírus" a partir dos Objetivos da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. *Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense*, v. 8, n. 15, p. 10-37, 2021.

GOMES, Stephanie Silva Weigel et al. *Alice Ball: uma biografia para a divulgação da ciência feminina negra e para possibilidades de discussão da história e filosofia*. 2022.

GOMES, Ana Luisa Zaniboni; PINHEIRO, Rose Mara. *Polifonia e Alteridade: Comunicação e Educação em época da Covid-19*. 2020.

GABARITO SUGERIDO

Perguntas Fáceis:

1. Gregor Mendel.
2. Fatores hereditários (ou elementos hereditários).
3. Os alelos de um par segregam-se durante a formação dos gametas, de modo que cada gameta recebe apenas um alelo de cada par.
4. Homozigoto significa que um organismo possui dois alelos idênticos para um determinado gene.
5. Homozigotos dominantes (AA) e heterozigotos (Aa).
6. Um cruzamento teste envolve o cruzamento de um organismo de genótipo desconhecido com um organismo homozigoto recessivo para o mesmo traço, com o objetivo de determinar o genótipo do primeiro organismo.
7. Representaria como Rr por exemplo, ou qualquer outra combinação de letras sendo o alelo dominante representado pela letra maiúscula, e o recessivo pela minúscula.
8. No cromossomo sexual X.
9. Apenas homozigotos recessivos (aa).
10. Casamento (acasalamento).
11. Uma forma alternativa de um gene.
12. Genótipo refere-se à composição genética de um organismo, enquanto fenótipo refere-se às "características observáveis" (Aparência, Comportamento ou Fisiológico) de um organismo.
13. Indivíduo do sexo masculino.
14. A geração F1 (primeira geração filial) refere-se à geração de descendentes resultante do cruzamento entre indivíduos da geração parental.
15. A geração F2 (segunda geração filial) refere-se à geração de descendentes resultante do cruzamento entre indivíduos da geração F1.
16. Representam as gerações em uma árvore genealógica.
17. Homozigoto recessivo (gg)
18. Indivíduo do sexo feminino.
19. O tipo sanguíneo O é considerado o doador universal.
20. O símbolo do quadrado representa o sexo masculino.
21. A probabilidade de um casal ter uma filha mulher é de 50%.
22. Algarismos arábicos representam os indivíduos em uma árvore genealógica.
23. Herança ligada ao X refere-se a características cujos genes estão localizados no cromossomo X em região não homóloga a Y.
24. Mendel obteve uma proporção fenotípica de 3:1 (75% de ervilhas de cor amarela e 25% de ervilhas de cor verde) na geração F2.
25. Genótipo heterozigoto possui dois alelos diferentes para um gene, enquanto genótipo homozigoto possui dois alelos idênticos para um gene.

GABARITO SUGERIDO

Perguntas de Média Dificuldade:

26. A proporção genotípica esperada na prole é de 1:1 (50% Rr e 50% rr).
27. A probabilidade é de 25%.
28. A proporção esperada é 1/16
29. Casamento (acasalamento) consanguíneo.
30. Um genitor será A Heterozigoto e o outro será B heterozigoto.
31. A herança da cor da pele humana é explicada pela herança poligênica, onde múltiplos genes contribuem para a variação fenotípica.
32. A proporção esperada é de 1/4 (25% de plantas de fruto oval).
33. A proporção esperada é de 25% de filhotes (BB) e com pelagem preta.
34. A proporção esperada é de 3:1 (75% de sementes amarelas e 25% de sementes verdes).
35. A proporção genotípica esperada na prole é de 100% com genótipo heterozigoto.
36. A proporção fenotípica esperada na prole é de 1:2:1 (25% de plantas de flor vermelha, 50% de plantas de flor rosa e 25% de plantas de flor branca).
37. A probabilidade é de 50%.
38. Na face externa da membrana plasmática das hemácias.
39. A probabilidade é de 50%.
40. As cobaias cinza devem aparecer em 25% da prole.

Perguntas Difíceis:

41. A probabilidade é de 25%.
42. A probabilidade é de 22,5%.
43. A probabilidade é de 25%.
44. A probabilidade é de 75%.
45. A probabilidade é de 25%.
46. Proteínas de defesa (anticorpos). Uma pessoa do tipo sanguíneo O poderá formar Aglutininas anti A e Aglutininas anti B.
47. A probabilidade é de 1/8.
48. A probabilidade é de 3/8.
49. ABC 25%, AbC 25%, aBC 25% e abC 25%.
50. A probabilidade é de 2/3. [NMdS1] [D2]
[NMdS1] Não seria 2/4?
[D2] 2/3 pq deve se contar apenas as amarelas. Esta é a maldade da questão. Muito comum em provas de vestibular.

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