

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**PAULA VASCONCELLOS DA SILVA VIÉGA**

**RECONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE MENDEL PARA UMA  
PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

**Caçapava do Sul**

**2023**

**PAULA VASCONCELLOS DA SILVA VIÉGA**

**RECONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE MENDEL PARA UMA  
PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline Wagner

**Caçapava do Sul**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

A481o Viéga, Paula Vasconcellos da Silva

Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel para uma proposta de Ensino e Aprendizagem em Ciências

Paula Vasconcellos da Silva Viéga. – 2023.

92 p. : il.

Orientadora: Caroline Wagner

Dissertação (Mestrado) – Universidade

Federal do Pampa, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Campus Caçapava do Sul, 2022.

1. Experimento Histórico. 2. Atividades Experimentais 3. Ensino de Ciências.

**PAULA VASCONCELLOS DA SILVA VIÉGA**

**RECONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO HISTÓRICO DE MENDEL PARA UMA  
PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline Wagner

Dissertação defendida e aprovada em: 21 de novembro de 2023.

Banca examinadora:

---

Profa. Dra. Caroline Wagner  
Orientadora- Unipampa

---

Profa. Dra. Mara Elisângela Jappe Goi  
Unipampa

---

Profa. Dra. Lenira Maria Nunes Sepel  
UFSM



Assinado eletronicamente por **CAROLINE WAGNER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/11/2023, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **MARA ELISANGELA JAPPE GOI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/11/2023, às 11:01, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **Lenira Maria Nunes Sepel, Usuário Externo**, em 22/11/2023, às 08:58, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1297097** e o código CRC **AF3F93E3**.

---

## **AGRADECIMENTO**

Nestes anos de formação, estudo e dedicação, gostaria de agradecer as pessoas que foram fundamentais para a concretização dessa tão sonhada etapa.

Sou especialmente grata a minha orientadora, Profa. Dra. Caroline Wagner por ter depositado toda sua dedicação e confiança na condução deste trabalho.

O Mestrado Profissional em Ensino de Ciências me oportunizou não somente, a possibilidade de aperfeiçoamento profissional, como também, a chance de conhecer e conviver com pessoas admiráveis, professores e colegas que tive a sorte de encontrar, proporcionando amizades que levarei para sempre.

Agradeço a Escola Estadual de Ensino Médio Jerônimo Mércio da Silveira e aos meus queridos alunos da turma de 9º ano do Ensino Fundamental pelo envolvimento e entusiasmo no desenvolvimento das atividades propostas.

Enfim, agradeço a minha família e á Cibele que durante este percurso estiveram junto a mim em todos os momentos importantes. Conseguimos ultrapassar todas as dificuldades encontradas, possibilitando chegarmos com êxito no objetivo final com a titulação de Mestre.

Meu muito obrigada a todos!

*"Tão importante quanto o que se ensina e se aprende é como se ensina e como se aprende". (César Coll)*

## RESUMO

As atividades experimentais e a História da Ciência desenvolvidas na sala de aula, apresentam-se como uma possibilidade para aprimorar o ensino e a aprendizagem da ciência por meio da sua abordagem histórico-investigativa. Apresenta-se neste trabalho uma investigação com alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental buscando responder a pergunta: As Atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento da temática Hereditariedade nos anos finais do Ensino Fundamental ? Desta forma, buscou-se investigar as contribuições didático-pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem da temática Hereditariedade a partir de atividades lúdicas e da Reconstrução do Experimento Histórico de Gregor Mendel com as ervilhas. Para auxiliar nessas reflexões trazemos os pressupostos epistemológicos dos textos de Humberto Maturana, algumas ideias sobre as atividades práticas no ensino de Ciências e Biologia, Transposição Didática e como trabalhar o tema Genética e Hereditariedade na Educação Básica. Nessa perspectiva foi construída uma Sequência Didática com uma proposta envolvendo a Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel. Os dados obtidos durante a investigação envolveram gravações de áudios dos encontros, escritas nos diários de bordo e os questionários respondidos pelos sujeitos participantes, posteriormente analisados através da metodologia de Análise de Conteúdo. Os resultados evidenciaram as potencialidades do uso da Reconstrução de Experimento Histórico como instrumento no aprimoramento de ensino e aprendizagem, assim como o desenvolvimento da criatividade, imaginação, autonomia e cooperação entre os envolvidos no processo de interação. Como produto educacional, produziu-se um e-book com as atividades realizadas através do uso da Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel, assim como um tutorial de como realizar a reconstrução do experimento a partir do cruzamento das ervilhas da espécie *Pisum sativum*.

**Palavras-Chave:** Experimentos Históricos, Atividades experimentais, Ensino de Ciências.



## ABSTRACT

The experimental activities and the History of Science developed in the classroom present themselves as a possibility to improve the teaching and learning of science through its historical-investigative approach. This work presents an investigation with students in the 9th year of Elementary School, seeking to answer the question: Can experimental activities contribute to the development of the theme Heredity in the final years of Elementary School? In this way, investigate the didactic-pedagogical contributions in the teaching and learning processes of the Heredity theme based on playful activities and the Reconstruction of Gregor Mendel's Historical Experiment with peas. To assist in these reflections, we bring the epistemological assumptions of Humberto Maturana texts, some ideas about practical activities in teaching Science and Biology, Didactic Transposition and how to work on the topic of Genetics and Heredity in Basic Education. From this perspective, a Didactic Sequence was constructed with a proposal involving the Reconstruction of Mendel's Historical Experiment. The data obtained during the investigation involved audio recordings of the meetings, written in the logbooks and the questionnaires answered by the participating subjects, later analyzed using the Content Analysis methodology. The results highlighted the potential of using Historical Experiment Reconstruction as an instrument to improve teaching and learning, as well as the development of creativity, imagination, autonomy and cooperation among those involved in the interaction process. As an educational product, an e-book was produced with the activities carried out using Mendel's Historical Experiment Reconstruction, as well as a tutorial on how to reconstruct the experiment from the crossing of *Pisum sativum* peas.

**Keywords:** Historical Experiments, Experimental Activities, Science Teaching.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Características físicas quanto a coloração das Sementes.....                                     | 50 |
| Figura 2 Características físicas quanto a coloração das Flores.....                                       | 50 |
| Figura 3 Características físicas quanto a diferenciação das Vagens.....                                   | 51 |
| Figura 4 Semeadura das ervilhas.....  | 51 |
| Figura 5 Construção do Diário de Bordo e anotações sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas..... | 53 |
| Figura 6 Bingo das ervilhas.....  | 54 |
| Figura 7 Órgãos femininos e masculinos da Flor.....   | 55 |
| Figura 8 Reconstrução do experimento de Mendel: Cruzamento das ervilhas.....                              | 56 |
| Figura 9 Jogo Didático Segundo Mendel.....  | 57 |
| Figura 10 Nuvem de palavras construídas pelos alunos.....   | 60 |
| Figura 11 Características observadas por Gregor Mendel.....   | 63 |
| Figura 12 Geração F1 entre o Cruzamento de Flores.....  | 67 |
| Figura 13 Testes do jogo didático Segundo Mendel .....  | 68 |
| Figura 14 Registro do Diário de Bordo- Flores.....  | 70 |
| Figura 15 Registro do Diário de Bordo- Vagem.....   | 70 |
| Figura 16 Cruzamento entre as espécies de Ervilhas.....   | 71 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Número total de artigos sobre Experimentação.....                      | 33 |
| Tabela 2 – Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.....      | 34 |
| Tabela 3 – Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.....      | 38 |
| Tabela 4 – Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.....      | 40 |
| Tabela 5 – Cronograma da Sequência Didática.....                                  | 47 |
| Tabela 6 – Palavras citadas pelos estudantes quanto ao termo Hereditariedade..... | 59 |

## LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC- Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências  
BNCC – Base Nacional Comum Curricular  
CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior  
CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
DB – Diário de Bordo  
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências  
EPEF- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física  
FURG- Universidade Federal do Rio Grande  
HFC- História e Filosofia da Ciência  
INTEC – Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal  
LDB- Lei de Diretrizes e Bases  
PCNs- Parâmetros Curriculares Nacionais  
PNLD- Programa Nacional do Livro e do Material Didático  
SNEF- Simpósio Nacional de Ensino de Física  
SMED- Secretaria Municipal de Educação  
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
UNINTER- Centro Universitário Internacional  
UNEC- Centro Universitário de Caratinga  
URCAMP- Universidade da Região da Campanha

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INSPIRAÇÕES, INQUIETAÇÕES E A FORMAÇÃO DE UMA DOCENTE.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2. INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>3.1 A Teoria da Autopoiese ou Biologia do Conhecer.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>3.2 O conhecer humano.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.3 A Biologia do conhecer no Ensino e suas implicações para o Ensino de Ciências.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.4 Transposição Didática.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>3.5 Atividades práticas no Ensino de Biologia.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>3.6 Como trabalhar os conceitos de Genética e Hereditariedade na Educação Básica: Desafios e possibilidades.....</b>                | <b>29</b> |
| <b>3.7 Reconstrução de Experimentos Históricos .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>4. REVISÃO DE LITERATURA: Um olhar para a Experimentação no Ensino de Ciências e a Reconstrução de Experimentos Históricos.....</b> | <b>32</b> |
| <b>4.1 Experimentação Investigativa em Ciências.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>4.2 Experimentos Históricos e Reconstrução de Experimentos Históricos.....</b>  | <b>38</b> |
| <b>4.3 Ensino de Genética.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>5. METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>5.1 Delineamento da Pesquisa.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>5.2 Contexto Escolar e Implementação da Pesquisa .....</b>  | <b>46</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5.3 Sequência Didática.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>5.4 Produção Educacional .....</b>  | <b>58</b> |
| <b>6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>  | <b>58</b> |
| <b>6.1 Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes .....</b>                                | <b>59</b> |
| <b>6.2 Estratégias metodológicas para a Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel.....</b> | <b>61</b> |
| <b>6.2.1 Semeadura das ervilhas.....</b>   | <b>61</b> |
| <b>6.2.2 Características estudadas por Mendel- Construção do painel.....</b>                     | <b>62</b> |
| <b>6.2.3 Jogo Didático Bingo das Ervilhas.....</b>   | <b>64</b> |
| <b>6.2.4 Polinização Cruzada das ervilhas.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>6.2.5 Jogo Didático Segundo Mendel.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>6.2.6 Questionário Final e análise do Diário de Bordo.....</b>                                | <b>69</b> |
| <b>6.2.7 Reflexões da Prática Docente.....</b>   | <b>72</b> |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>74</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>76</b> |
| <b>APÊNDICE A .....</b>  | <b>85</b> |
| <b>APÊNDICE B .....</b>  | <b>86</b> |
| <b>APÊNDICE C.....</b>   | <b>92</b> |

## 1 INSPIRAÇÕES, INQUIETAÇÕES E A FORMAÇÃO DE UMA DOCENTE

Ao pensar na proposta de pesquisa, não poderia sem antes, mesmo que brevemente relembrar alguns fatos da minha trajetória e que fazem parte da minha identidade enquanto Bióloga, Historiadora e professora na rede Estadual de ensino.

Sou graduada em Ciências Biológicas pela Universidade da Região da Campanha URCAMP (2011-2015), pós-graduada em Educação e Gestão Ambiental, pela mesma Universidade (2015-2017), pós-graduada em Ensino de Ciências (Ciências é Dez) pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG) (2020-2022), graduada do curso de Segunda Licenciatura em História pelo Centro Universitário Internacional (Uninter) polo Bagé (2018-2020), pós-graduada em História e Geografia pela faculdade São Bras polo Bagé (2020) e pós-graduada em Orientação Educacional pela faculdade São Bras, polo Bagé (2023).

Quando eu estava na 8ª série, já pensava em fazer Biologia. Na época, o que me movia era o amor por animais. Mais tarde, eu descobriria na Biologia um universo muito maior e ainda mais fascinante do que eu imaginava até então. Durante o Ensino Fundamental, tive uma professora que me inspirou. Ela nos proporcionava a realização de atividades experimentais, abordando teoria e prática em cada conteúdo novo que aprendíamos.

No Ensino Médio, o meu entusiasmo pela componente curricular apenas se fortaleceu. Continuávamos com o ensino por experimentação, e dentre essas experimentações conheci o estudo da Genética. Achei fascinante conhecer sobre os mecanismos da Hereditariedade, bem como sua aplicação no dia a dia. Percebi também que a diferença entre uma boa aula e uma aula inesquecível é justamente, o amor que o professor tem pelo que faz. E se antes eu já tinha quase certeza do que queria fazer, a partir de então eu tive certeza.

No ano de 2011, ingressei na Universidade, no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Apesar da ajuda do meu avô, minha avó e minha mãe, pude pagar apenas metade das cadeiras. Em pouco tempo, porém, consegui um estágio no Laboratório de Fitopatologia da Universidade (Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal- INTEC), o que me possibilitou pagar mais duas cadeiras, como bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Esta é uma entidade ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações para incentivo à pesquisa no Brasil. Assim, aos poucos eu realizava a primeira etapa desse

sonho.

Com as atividades em Laboratório, pude conhecer mais sobre o seu funcionamento, seus protocolos de segurança, ter o contato com os diversos tipos de sementes e como realizar seus testes de análise.

Quando o estágio no Laboratório de Fitopatologia acabou, dei continuidade aos estudos com um novo estágio no Laboratório de Genética, que me possibilitou vivenciar diversas aprendizagens. Dentre elas, a realização de alguns trabalhos com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Pecuária Sul afim de conhecer sobre características Biológicas e Agrônômicas de espécies vegetais. Exergar como a Genética acontece na prática é absolutamente motivador.

Então no ano de 2013 durante o meu 5º semestre de faculdade, entrei pela primeira vez em uma sala com crianças de 6º, 7º e 8º ano durante um estágio obrigatório, com a disciplina de Ciências Naturais, no município em que resido (Bagé). Percebi que aquele era o meu lugar e dali levaria essa sensação para o resto da minha vida. Mais tarde, consegui um novo estágio pela Secretaria Municipal de Educação e iniciei uma das etapas que mais me realizaram profissionalmente.

Descobri que ensinar é também aprender diariamente e, dentre os meus aprendizados, reconheci a enorme importância de proporcionar vivências práticas aos alunos. Infelizmente, quando me formei, tive que interromper o estágio. Passei então a buscar incessantemente por novas oportunidades na área e aprimorar meus estudos com a especialização em Educação e Gestão Ambiental, posteriormente com a Graduação em História e conseqüentemente a especialização em História e Geografia.

No ano de 2021, fui convidada a assumir a Coordenação do Setor de Educação Ambiental, na Secretaria Municipal de Educação (SMED). E ainda neste período iniciei mais uma especialização na área da educação, com o Ciências é Dez, programa desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Hoje, atuo como professora de História e Geografia na Rede Estadual de Ensino.

O mestrado Profissional em Ensino de Ciências, que até então parecia um sonho distante, veio a contribuir na minha formação e prática docente bem como aprofundar o conhecimento sobre o tema escolhido.

Inicialmente, o tema era investigar as potencialidades do Ensino por Experimentação, porém durante uma aula da disciplina de História da Ciência na sala de aula que as ideias saíram definitivamente do papel. Percebi que poderia contar sobre a história da Ciência partindo das potencialidades da Reconstrução de



Experimentos Históricos e atividades práticas sobre Genética e Hereditariedade mas para isso precisava verificar o conhecimento dos docentes sobre o tema e os estudos existentes na área.

Acredito que inúmeros professores também pensam em planejar atividades relacionadas ao assunto, buscando novos caminhos e melhores práticas de ensino, visto que não são encontrados muitos trabalhos com o referido tema, por isso a relevância na elaboração de atividades e material didático para auxiliar na realização dessas atividades.

## 2 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências passou por uma trajetória de teorias e modificações até tornar-se obrigatória nas escolas. Houveram reformas curriculares no ensino, como “a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), instituída em 1961, com a finalidade de renovar o ensino de ciências no país, entretanto eles tinham uma visão muito técnica sobre a ciência” (VIEIRA, 2012, p. 144).

Para Fernandes (1998), a maioria dos estudantes vê a ciência apresentada em sala, como uma disciplina cheia de nomes, ciclos e tabelas a serem decorados. O autor sugere pensar em como atrair os alunos ao estudo estimulando seu interesse e participação. Ressalta-se ainda que para esta questão não pode haver uma fórmula universal, pois cada situação de ensino é única. Acredita, porém, que é necessário buscar soluções, refletir sobre o assunto e trocar experiências.

A utilização da experimentação visa promover estratégias que auxiliem nas dificuldades da compreensão de conteúdos científicos pelos alunos. Segundo Rosito (2008), a utilização da experimentação no ensino de Ciências é indispensável e essencial para a aprendizagem científica. É dentro dessa perspectiva que o ensino de ciências por experimentação tornou-se uma aliada tática de aprendizagem. Paulo Freire (1992), em seu livro “Comunicação ou Extensão”, enfatiza que a educação é comunicação, fruto de um diálogo, não uma transferência do saber, mas sim a busca pelo manifestar ou saber fazer.

A realização de experimentos, em Ciências, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática” (Reginaldo; Sheid; Gullich, 2012, p.2).

Por isso, teoria e prática complementam uma à outra e devem caminhar juntas. Acrescenta Gaspar (2009) sobre as vantagens percebidas com essa metodologia de ensino.

[..]a primeira vantagem que se dá no decorrer de uma atividade experimental é o fato de o aluno conseguir interpretar melhor as informações. O modo prático possibilita ao aluno relacionar o conhecimento científico com aspectos de sua vivência, facilitando assim a elaboração de significados dos conteúdos ministrados. A segunda vantagem é a interação social mais rica, devido à quantidade de informações a serem discutidas, estimulando a curiosidade do aluno e questionamentos importantes. Como terceira vantagem, vemos que a participação do aluno em atividades experimentais é quase unânime. (Gaspar, 2009, p. 25 – 26).

A investigação científica experimental “pode tornar a aprendizagem mais prazerosa, instigante e interativa” (Wilsek *et al.*, 2009, p.1686). Desta forma promover o ensino através da experimentação, significa usar de uma dinâmica que consiste em uma aprendizagem diferenciada, deixando de ser apenas uma simples transmissão de conteúdo.

As atividades experimentais e a história da ciência desenvolvidas na sala de aula, apresentam-se como uma possibilidade para aprimorar o ensino e a aprendizagem da ciência por meio da sua abordagem histórico-investigativa. Ela defende sobre a compreensão da ciência, bem como seus conceitos, abordagens e sua reconstrução a partir de experimentos históricos.

O método de replicação de experimentos históricos torna possível entender a Ciência como um trabalho prático que acontece no laboratório. Ela permite aos aprendizes terem uma ideia do significado da experimentação na história da ciência. (Höttecke, 2000, p.344).

A Reconstrução de Experimentos Históricos também permite promover a contextualização histórica de descobertas da ciência, bem como trabalhar competências imprescindíveis para o raciocínio científico, tais como: observação criteriosa, raciocínio lógico para proposição de hipóteses, manipulação de artefatos experimentais, coleta e tratamento de dados e a interpretação dos resultados obtidos. Ainda, a reconstrução de experimentos históricos permite aos alunos experienciar (mesmo que em seu contexto de sala de aula) os desafios de fazer ciência, e a complexidade de criar conhecimento científico.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), considerando suas unidades temáticas previstas para o nono ano do Ensino Fundamental, com enfoque no Ensino de Biologia, abordaremos sobre Vida e Evolução, aprimorando os conceitos de Genética e Hereditariedade aliando teoria e prática no contexto histórico-investigativo.

Diante do exposto, o presente projeto possui a seguinte questão norteadora:

Atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento da temática Hereditariedade nos anos finais do Ensino Fundamental?

Diante disso, o objetivo geral é investigar as contribuições didático-pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem da temática Hereditariedade a partir de atividades lúdicas e da Reconstrução do Experimento Histórico de Gregor Mendel com as ervilhas.

Com base no objetivo geral, apresentam-se os objetivos específicos:

- Investigar se o desenvolvimento de atividade prática pode contribuir o ensino e aprendizagem de processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

-Identificar elementos de aprendizagem, a partir do cruzamento genético entre ervilhas do gênero *Pisum sativum*.

- Mapear potencialidades e desafios na reconstrução do Experimento Histórico em sala de aula.

-Elaborar uma produção educacional na forma de e-book e vídeo para auxiliar professores na realização de atividades práticas e experimentais sobre as Leis de Mendel.

Justifica-se a relevância deste trabalho, por conter na literatura relatos sobre a dificuldade encontrada no desenvolvimento de atividades práticas na educação básica, bem como na aplicação e desenvolvimento de trabalhar sobre a temática Genética e Hereditariedade no nono ano do Ensino Fundamental. Para uma melhor compreensão do leitor, este trabalho foi elaborado e disposto em capítulos, que serão apresentados a seguir:

1. Inspirações, inquietações e a formação de uma docente – Neste capítulo é realizada uma breve explicação sobre a pesquisadora, sua trajetória acadêmica e suas inspirações e motivações para a escolha do tema.

2. Introdução– Neste capítulo é feita uma breve explicação da justificativa sobre a realização da pesquisa e a contemplação do problema de pesquisa e os objetivos, gerais e específicos em estudo.

3. Fundamentação teórica– Esta etapa do trabalho tem como finalidade trazer um embasamento teórico, abordando alguns autores que tratam do tema em questão. Neste projeto a fundamentação teórica está segmentada nas abordagens da: **Teoria do Conhecer Biológico de Humberto Maturana, Transposição Didática, Reconstrução de Experimentos Históricos, Atividades práticas no Ensino de Biologia e Como trabalhar os conceitos de Genética Hereditariedade na Educação Básica: Desafios e possibilidades.**

4.Revisão da Literatura- Nesta seção são apresentados os trabalhos encontrados na área da referida pesquisa.

5.Metodologia e Contexto da pesquisa– Nesta parte são apresentadas as metodologias de pesquisa, as atividades propostas e como os dados foram analisados.

6. Apresentação e análise dos Resultados– São apresentados e discutidos os resultados que foram obtidos através de questionários diagnósticos, relacionados às Leis de Mendel após a realização de uma Sequência Didática com atividades experimentais. Este capítulo também apresenta um breve relato sobre o desenvolvimento da intervenção pedagógica.

7. Considerações Finais– Este capítulo apresenta as considerações, fazendo uma relação entre os objetivos e a questão norteadora com os resultados alcançados por esta proposta de pesquisa.

8. Referências- Nesta seção são apresentadas as referências que foram utilizadas na construção do trabalho, contribuindo com a escrita.

9. Apêndices- Nos apêndices encontram-se Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE), os planos de aula desenvolvidos no decorrer da Sequência Didática e o Questionário aplicado ao final das atividades.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresentam-se e discutem-se nesta seção pressupostos que balizam esta pesquisa. Na fundamentação teórica, as primeiras etapas referem-se a Humberto Maturana, que se constitui como um referencial teórico em função das orientações gerais que apresenta em sua obra sobre a Teoria da Autopoiese ou Biologia do Conhecer e pelos argumentos que utiliza sobre o ensino e o processo de como os seres humanos aprendem (processo do conhecer). Para complementar a pesquisa, será dissertado nas próximas etapas, respectivamente, sobre a Transposição Didática, Atividades práticas no Ensino de Biologia, Como trabalhar os conceitos de Genética Hereditariedade na Educação Básica e a Reconstrução de Experimentos Históricos.

#### 3.1A Teoria da Autopoiese ou Biologia do Conhecer

O termo *Autopoiese* quer dizer autoprodução. Essa palavra surgiu pela primeira vez na literatura na década de 1970. A teoria da *autopoiese*, ou *Biologia do Conhecer*, desenvolvida com outro chileno e Biólogo, Francisco Varela é o nome dado aos pressupostos desenvolvidos como forma de explicar o ser vivo da seguinte forma:

É uma explicação do que é o viver e, ao mesmo tempo, uma explicação da fenomenologia observada no constante vir-a-ser dos seres vivos no domínio de sua existência. Enquanto uma reflexão sobre o conhecer, sobre o conhecimento, é uma epistemologia. Enquanto uma reflexão sobre nossa experiência com os outros na linguagem, é também uma reflexão sobre as relações humanas em geral, e sobre a linguagem e a cognição em particular. (Magro; Paredes; Maturana, 2001, p. 13).

Em seu livro “A árvore do conhecimento”, os autores descrevem sobre a constituição do ser vivo chamando a atenção para sua *organização e estrutura*. Segundo Maturana (1995, p.82) a organização de algo é “ao mesmo tempo muito simples e potencialmente complicado. São aquelas relações que precisam existir ou ocorrer para que esse algo exista.” Já o conceito de estrutura pode ser entendido como forma de entender como os componentes e suas relações se constituem dentro de um determinado sistema.

Para eles, seguindo essa organização os seres vivos se constituirão como classe, produzirão entre si mesmos, alcançando a sua organização autopoietica. Essas “máquinas autopoieticas”, são autônomas, têm individualidade e não tem

entradas e nem saídas (Moreira, 2004, p. 598). Em outras palavras, o processo que ocorre com ela, passa a ser um resultado dessa da própria ação onde irá se produzir e autoproduzir.

Essa organização autopoietica dos seres vivos torna esses organismos autônomos, e assim não limitados a receber passivamente informações e comandos do mundo, ou seja, essa organização autopoietica proposta é uma alternativa ao modelo representacionista.

Porém destaca-se na proposta da Biologia do conhecer que apesar dos seres vivos serem autônomos em sua organização (isolada), em seu relacionamento com o meio são dependentes (alimento, recurso, ambiente). O autor traz os termos autonomia e dependência não como situações opostas, mas como relações complementares, não havendo hierarquia nem separação, mas cooperação.

O autor traz a frase “todo fazer é um conhecer e todo conhecer é um fazer” (surgir um mundo) (Maturana; Varela, 2001, p.31). A ideia da construção do conhecimento não como algo a ser dado pronto e adicionado em nosso sistema cognitivo, mas sim que a experiência de algum fenômeno é validada pela estrutura humana de forma particular.

Desta forma, acontecem as mudanças estruturais de uma unidade sem perder sua organização, ou seja, as alterações que ocorrem devido a uma alteração desencadeada por interações referentes ao meio onde ela se encontra, ou resultam em sua dinâmica interna é conhecida como *ontogenia*. A ontogenia sugere que os agentes externos não determinam tampouco direcionam, apenas desencadeiam mudanças estruturais das unidades autopoieticas.

A história de um ser vivo é uma história de interações que desencadeiam nele mudanças estruturais: se não há encontro, não há interação, e se há encontro, sempre há um desencadear, uma mudança estrutural no sistema. A mudança pode ser grande ou pequena, não importa, mas desencadeia-se nele uma mudança estrutural. De modo que uma história de interações recorrentes é uma história de desencadeamentos estruturais, de mudanças estruturais mútuas entre o meio e o ser vivo, e o ser vivo e o meio. (Maturana, 2001, p.76).

O acoplamento estrutural, por sua vez, é um processo recorrente e recursivo das mudanças ontogênicas (entre unidades autopoieticas ou unidade autopoietica e meio), (Maturana; Varela, 2002, p.30). Desta maneira, o processo de aprendizagem e suas mudanças estruturais ontogênicas, se derivam do acoplamento estrutural.

Percebemos esse processo de acordo com a existência de interações entre sistema e meio, considerando que o ser vivo é autônomo, conseqüentemente sua interação requer uma atuação de cooperação.

Maturana ainda explica que “tudo aquilo que, como seres humanos, temos em comum, é uma tradição biológica que começou com a origem da vida e se prolonga até hoje, nas variadas histórias dos seres humanos deste planeta”. (Maturana; Varela, 2002, p. 31).

Desta forma parte do entendimento de que os seres vivos são sistemas autopoieticos, estes são determinados a cada instante por sua estrutura, existentes ou conservacionistas, no curso de suas interações, sendo ela a organização autopoietica e sua adaptação, ou seja, a congruência operacional com as circunstâncias em que vivem (Maturana, 1998, p. 64 Varela, 2003, p. 32).

### 3.2 O Conhecer Humano

A união nos comportamentos comunicativos ontogênicos, aparecem permitindo a relação das condutas a linguagem humana. Quando obtemos essa condição, percebemos a interação entre os organismos constituindo o *domínio linguístico*.

O domínio linguístico baseia-se na forma que nestes acoplamentos todos os comportamentos adquiridos concomitantemente passíveis de descrições semânticas constituem a base para a linguagem.

Dizer que um gato ao caminhar sobre as teclas do piano pela manhã está ‘querendo’ acordar o seu dono, é fazer uma descrição semântica. Ela só foi possível porque este comportamento comunicativo do gato foi aprendido, e, portanto, é contingente a sua história particular. A chamada ‘linguagem’ das abelhas não é verdadeiramente uma linguagem, pois apesar de haver, neste comportamento, uma fração aprendida, o mesmo se constitui basicamente na estabilidade genética da espécie, ele é filogenético. (Amoretti, 2011, p. 52)

O autor também afirma que a explicação ocorre na linguagem e que o fenômeno do explicar algo se realiza através da linguagem, ou seja, para Maturana, os seres humanos existem na linguagem.

Somos observadores no observar, no suceder do viver cotidiano na linguagem, na experiência na linguagem. Experiências que não estão na



linguagem, não são. Não há modo de fazer referência a elas, nem sequer fazer referência ao fato de tê-las tido. (Moreira, 2004, p. 600)

Devemos considerar também as explicações, bem como seus modos de explicá-las ou aceitá-las. Desta forma, o autor questiona sobre duas maneiras de aceitar as explicações, baseadas em reformulações da experiência.

O primeiro chama-se o caminho da objetividade, nela a existência é independente do observador. No segundo, a independência não existe, a afirmação cognitiva possui validade no contexto das coerências que a constituem como válida.

De acordo com os comportamentos linguísticos humanos, o autor comenta que, “a coordenação de comportamento é determinada não pelo significado, mas pela dinâmica do acoplamento estrutural” (Maturana, 2011, p.225) e por sua vez, quando a comunicação apresentar-se como “semântica”, ela já pode ser relacionada ao domínio linguístico.

Em seu livro, “A árvore do Conhecimento”, o autor ainda comenta sobre a conduta comunicativa, com base no experimento realizado com chimpanzés, verificando que o animal era incapaz de reproduzir modulações vocais relacionados a fala, porém de acordo com a experimentação verificou-se que era possível “treinar” suas habilidades, constatando que sua capacidade linguística animal não era vocal, mas gestual e assim podemos perceber que esta também ocorre em outras espécies. Desta forma, os domínios linguísticos são em geral, variáveis que podem mudar no decorrer das ontogenias que as produzem.

### **3.3 A Biologia do Conhecer no ensino e suas implicações ao Ensino de Ciências**

Quando relacionado a educação e ensino, o autor nos proporciona um processo de reflexão, evidenciando sua contribuição quando associada a emoção. Esta emoção mensurada é o amor, definido por Maturana (1998, p. 22) como “a emoção que constitui o domínio de ações em que nossas interações com o outro fazem do outro um legítimo outro na convivência”.

Foi então, a partir do amor e de seu processo evolutivo, que as primeiras interações puderam se estabelecer e desta forma possibilitaram o desenvolvimento da linguagem.

O autor reúne argumentos levando em consideração de expressão sobre o ensino e educação a questão do educar, estabelecendo estruturas etológicas dos

seres humanos, enfatizando que somos constituídos na emoção e não na razão. Desta forma estabeleceremos o vínculo, fazendo com que nossos alunos não aprendam somente o conteúdo programático, mas que construam em seu processo de formação e estabeleçam relações de cooperação.

Se o autor acredita que “vivemos em um mundo com os outros seres vivos e compartilhamos com eles do processo vital”, nossa experiência de vida, bem como nossa trajetória faz com que consigamos construir nosso conhecimento.

O olhar autopoietico, aborda a questão da interação do sistema nervoso, evidenciando a questão do pensamento científico entrelaçado à questão do ser vivo neste conjunto complexo.

O autor aborda sobre a questão da formação de professores, acreditando que a maior dificuldade no processo educacional está entre a formação humana e a capacitação (Maturana; Nisis, 2000, p.38), bem como a inserção de conceitos científicos no processo de ensino. Desta forma a formação de professores ao Ensino de Ciências diz respeito ao fato de que esses aspectos fundamentam o processo do conhecimento.

O fenômeno da educação e da aprendizagem vai ao encontro do fenômeno de transformação na convivência, tendo em vista que o aprender se dá na transformação estrutural que ocorre mais a convivência social.

As ideias do autor enfatizam o ensinar, evidenciando que um indivíduo dependerá de sua estrutura cognitiva, de sua ação e de sua atuação sobre o meio ambiente, para que os processos de ensino e aprendizagem ocorram.

### **3.4 Transposição Didática**

Segundo a literatura, o termo “Transposição Didática” foi introduzido pela primeira vez em 1975, pelo sociólogo Michel Verret e posteriormente discutido por Yves Chevallard em sua obra *La Transposition Didactique*.

O termo refere-se as transposições que o saber sofre, quando parte de um conhecimento científico para o escolar, ou seja, é um processo pelo qual o saber produzido no âmbito científico é transposto para o conhecimento construído em sala de aula.

A escola, por sua vez, aborda o papel da “transmissão” de conhecimentos, com base naqueles que são produzidos pela humanidade. Entendemos que este conhecimento parte fundamentalmente do processo de interação e de comunicação.

A colaboração do professor no processo de transposição didática, introduz inevitavelmente a discussão sobre sua prática, partindo dos conceitos de transposição didática *interna* e *externa*. A transposição didática interna, parte do processo no qual o professor planeja e contextualiza sua aula resultando no saber ensinado, visto que o trabalho de transposição realizado fora do sistema didático é o trabalho externo.

Nesse sentido Menezes (2004) complementa que:

É importante refletir que no processo de transposição didática – considerando a distância entre o saber científico, saber a ensinar e o saber ensinado – o professor nem sempre (quase nunca na verdade) terá acesso ao saber original, mas à sua adaptação/deformação, através dos manuais de ensino e livros didáticos, e ainda será responsável por mais uma etapa nessa adaptação, que acontecerá no seio da relação didática e que Chevallard chamou de trabalho interno de transposição didática (Menezes, 2004, p. 24).

Ainda sobre os tipos de conhecimento, destacam-se o conhecimento empírico, aquele responsável por deduzir a partir de observações. Há algumas concepções relacionadas a essa categorização de conhecimento, quando se refere que este “é o conhecimento obtido ao acaso, após inúmeras tentativas, ou seja, o conhecimento adquirido através de ações não planejadas. É o conhecimento do dia a dia que se obtém pela experiência cotidiana” (Tartuce, 2006, p. 6).

Em contrapartida, o conhecimento científico ocorre a partir de atividades científicas em que envolva a aplicação do método científico. À medida que são elaborados, passam por adaptações e/ou transformações para que possam ser aprendidos pelos alunos. Segundo Domingui (2008) “O conhecimento científico é organizado na forma de conteúdos escolares, didaticamente elaborados para permitir sua transmissão por parte do professor e uma possível assimilação por parte do aluno” (Domingui, 2008, p. 2). Porém esse processo de transformação do conhecimento pode apresentar diversas problemáticas, dentre elas a ruptura entre o conhecimento que é trabalhado na escola, diferindo daquele produzido originalmente.

Desta forma, a transposição didática auxilia como intermediadora entre o conhecimento científico e escolar. Almeida (2007, p. 47), explica esse processo ressaltando que:

A transposição do conhecimento científico para o conhecimento escolar se dá primeiro com a definição da parte que será prioridade absorver. Depois, faz-se um apanhado da totalidade do conteúdo científico a fim de mostrar a sua amplitude. Essa visão mais ampla precisa ser, no mínimo, projetada para que o aluno perceba que o horizonte é bem mais distante, mas que será, aos poucos, apropriado por ele.

Para que haja essa coerência no conhecer e na troca de transmissão de conhecimento, Pinho Alves (2000) afirma que:

o saber a ensinar é entendido como um novo saber, sua estrutura de origem está localizada fora do contexto acadêmico produtor do saber sábio. Dessa forma, para que na integração entre objetos de ensino não haja prevalência de conceitos sem significado, é recomendado o uso das diferentes fontes de referência, que inspiram e estabelecem a legitimação de um saber (Pinho Alves, 2000, p. 23).

Segundo Chevallard (1991, p. 98), o saber que é apresentado pelos professores em sala de aula não é o mesmo produzido pelos cientistas. Esse saber também passa por sucessivas adaptações e processos de transposição didática, que tem por finalidade elencar elementos, do conhecimento historicamente construído.

O livro didático também sofre esta interferência, quando é possível perceber, as possíveis diferenças que são estabelecidas entre o saber de referência que foi produzido pelo cientista e o saber instrutivo para compor os livros e materiais didáticos. Nesse sentido, ao utilizar a transposição didática, o professor consegue analisar as necessidades e características dos estudantes favorecendo a aprendizagem a partir dessa didatização de conteúdos e saberes.

Entretanto, “a construção desse saber escolar é fruto de processos de didatização: a dessincretização do saber, a despersonalização do saber, a programabilidade da aquisição do saber, a publicidade do saber e o controle social das aprendizagens” (Chevallard, 1991, p.109). Mas possível verificar que é um grande desafio para professores transformar o conteúdo científico em conteúdo didático, visto que estas precisam partir de teorias complexas e não podem perder suas propriedades e características. Partindo desse pressuposto, a Transposição didática vem a ser contemplada como um conjunto de informações e ações capazes de transformar um “saber sábio em um saber ensinável” (Neves 2009; De Oliveira Barros, 2011, p.109).

A Transposição didática é articulada à modernização do saber escolar e sua constante atualização, desta forma transformando e tornando conceitos mais compreensíveis e fazendo com que esse saber se torne mais próximo aos alunos.

Dessa forma, a transposição didática e a reconstrução de Experimento Histórico permitem aos estudantes compreenderem as descobertas científicas por meio de experimentos recriados.

A proposta didática apresentada nessa dissertação buscou aproximar o conhecimento científico e a transposição didática ao ensino de Genética, visto que os alunos puderam através dos métodos de didatização, conhecer sobre o cientista Gregor Mendel e reconstruir seu experimento observando todas as etapas desenvolvidas pelo cientista, dessa forma permitindo uma melhor visualização do conteúdo e facilitando seu entendimento, buscando alternativas lúdicas para a compreensão dos saberes.

### **3.5 Atividades práticas no Ensino de Biologia**

O trabalho com atividades práticas no ensino de Ciências e Biologia “é inquestionável”, segundo Smith (1975, p. 22). Em contrapartida, apresenta-se historicamente, o sistema de ensino de Ciências e Biologia fundamentado em metodologias conservadoras e até mesmo tradicionais, com ênfase na figura do professor. Essa metodologia tradicional, sem uso de recursos didáticos como a experimentação ainda ganham um destaque no cenário atual, embora a mobilização para o ensino científico mais prático tenha sido incorporada ao currículo escolares a algumas décadas atrás.

Aulas práticas requerem uma demanda maior quando comparadas a aulas tradicionais, visto que exigem um planejamento e execução mais elaborados e diversas vezes requerem demanda da carga horária adicional aos professores, sem que, esse trabalho extra seja reconhecido na sua jornada de trabalho.

As orientações práticas e metodológicas para o ensino de Biologia, seguem orientações propostos pelas Diretrizes Curriculares da Educação Básica. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Biologia:

“É essencial que o ensino de Biologia seja voltado para o aumento da competência dos alunos e que permitam que o mesmo consiga lidar com estes conhecimentos e alcancem a compreensão, consigam ordená-las e contestar, se for o caso, por fim compreender o mundo e nele atuar com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia”. (Brasil, 1997, p. 19).

Nesse aspecto, implementar o desenvolvimento de atividades práticas a partir das suas competências e habilidades, pode contribuir na aprendizagem e no procedimento da investigação científica.

Grandes progressos na área biológica sempre ocorreram após a descoberta de novas tecnologias e o desenvolvimento de novos instrumentos e metodologias de investigação. Os assuntos abordados dentro da educação básica fundamentam as potencialidades de aulas práticas e enfatizam que devem ser vivenciadas, “havendo assim a formação de uma atitude científica, que está fortemente ligada na construção do conhecimento” (Souza, 2014, p.1).

Com o intuito de facilitar e otimizar a compreensão dos conteúdos de difícil entendimento nas metodologias tradicionais, a dinâmica envolvendo jogos e a reconstrução do experimento de Mendel foi pensada como uma proposta lúdica para os estudantes se aproximarem e compreenderem as questões genéticas.

As atividades práticas aplicadas serão também condutores do processo prático de aprendizagem, ambos tendo como instrumento as ervilhas, que foram escolhidas por Mendel como seu objeto de pesquisa sobre Hereditariedade.

Esta proposta pedagógica dialoga com uma perspectiva de criação, liberdade e autonomia, não centralizando a função do protagonismo apenas no professor, mas sendo compartilhada com os alunos. Espera-se que o estudante sentindo-se parte ativa do processo de ensino e aprendizagem torna sua participação mais efetiva.

### **3.6 Como trabalhar os conceitos de Genética e Hereditariedade na Educação Básica: Desafios e possibilidades**

Os conceitos de Genética e Hereditariedade apresentam-se frequentemente na mídia, quando relacionados com descobertas importantes para a humanidade e desta forma, despertando o interesse e curiosidade de diversos públicos. Entretanto, o ensino de Genética na sala de aula, apresenta uma série de desafios.

A disciplina apresenta inúmeros conceitos, o que acarreta na dificuldade de compreensão da mesma, por parte dos alunos. Segundo Catarinacho (2011, p. 32), “uma das dificuldades no ensino de Genética refere-se especialmente por apresentar conteúdos que dificultam a assimilação, por demandarem elevada abstração”. Desta forma cabe-se pensar em como trabalhar os conceitos de Genética e Hereditariedade na Educação Básica.

Para tanto, o uso de diferentes metodologias, apresentam-se “com o objetivo de possibilitar o processo criativo dos discentes, proporcionando o experimento através de inúmeras iniciativas” (Moran, 2015). A partir delas sugerem-se formas inovadoras de ensinar, conseqüentemente estimulando a aprendizagem do aluno e sua participação na sala de aula.

Sobre o uso do livro didático para o ensino de Genética e Hereditariedade, os autores Barros, *et al.* (2019) mencionam em seu trabalho que esse é o recurso mais utilizado, enquanto a implementação de atividades práticas sobre o tema raramente ocorre, visto a dificuldade em sua aplicação e a falta de recursos didáticos.

De acordo com Pereira (2019, p. 25) “grande parte das escolas públicas brasileiras não possuem variedade de recursos e materiais didáticos, torna-se necessário a busca de alternativas viáveis para executar metodologias que propiciem aos alunos um aprendizado mais eficiente”. Nessa perspectiva buscar alternativas mais acessíveis e de baixo custo, é um caminho para o desenvolvimento do ensino de genética.

Uma das atividades aplicadas ao longo dessa dissertação, refere-se à reconstrução do experimento de Mendel através da polinização cruzada, envolvendo espécies do gênero *Pisum sativum*. A proposta fundamentou-se na responsabilidade ativa do aluno com sua aprendizagem, visto que os mesmos puderam cuidar e observar as transformações ocorridas durante o crescimento e desenvolvimento da espécie, bem como entender o processo da polinização e seus conceitos básicos, e observar a transmissão de características genéticas entre indivíduos, fazendo-se necessário perceber a inferência da proposta prática como uma possibilidade ao ensino de Genética.

Entretanto, com uma sociedade cada vez mais tecnológica, recursos multimídias podem ser incorporados ao desenvolvimento do tema facilitando a compreensão e desmistificando a abstração do conteúdo. Para isso, “os métodos de inovação que envolvam maquetes, modelos didáticos e jogos são promissores a serem aplicados no ensino” (Campos, *et al.*, 2008, p.8).

Considerando o ensino de Genética, verifica-se que o desenvolvimento de atividades práticas, com modelos didáticos simples e preferencialmente de fácil acesso e uso, podem ser um fator promissor para a promoção do aprendizado.

### 3.7 Reconstrução de Experimentos Históricos

A inserção da História da Ciência vem se mostrando como uma excelente estratégia metodológica, permitindo aos alunos visualizarem a ciência como uma atividade humana realizada por pessoas comuns que se dedicaram aos estudos (Fleck, 1986).

O papel da reconstrução de experimentos históricos vem sendo bastante discutida no campo educacional Dennison (1993, p. 52), devido a possibilidade de produção de conhecimento com base na associação da teoria e prática.

Por experimento histórico, deve-se entender “toda e qualquer tentativa bem-sucedida em estabelecer um marco de referência conceitual e/ou metodológica na definição e/ou solução de um determinado problema específico” (Ribeiro. et al., 2012, p.4602).

Segundo Chang (2011), pode ser interpretado também como experiências que surgem a partir do estudo do passado, e ao realizarmos a reconstrução de experimentos históricos, podemos desenvolver conhecimentos novos. Ainda sobre a visão que a experimentação contribui significativamente com a construção de novos conhecimentos.

Essa realidade aponta para uma espécie de lacuna epistemológica, visto que as ciências naturais são vistas como ciências empíricas exatamente porque a experimentação tem papel central no processo de produção de novos conhecimentos (Höttecke, 2000, p. 243)

A reconstrução de experimentos históricos está vinculada as possibilidades metodológicas e epistemológicas que o seu processo de reconstrução representa. Neste sentido, podemos despertar no aluno, o interesse pelo levantamento de hipóteses, a resolução de problemas, e a análise dos resultados obtidos, corroborando com o processo de aprendizagem.

Na literatura encontramos, pelo menos duas denominações quanto ao tipo de reconstrução de experimentos históricos e a prática experimental. Um deles, se preocupa com a reprodução mais fiel do experimento, como mencionado por (Heering, 2005, p. 319):

Reconstruir um aparato histórico significa construir um aparelho que corresponda o mais próximo possível a todas as informações dadas pelas fontes primárias. Fontes não são apenas as publicações originais, mas



também poderiam ser cadernos de laboratório, manuscritos, cartas e instrumentos que têm sobrevivido, por exemplo, em museus ou em coleções universitárias. Com base em todas as informações a reconstrução do instrumento é realizada (Heering, 2005, p. 319).

No segundo caso, ou na segunda denominação, a fidelidade aos detalhes originais da experiência é de interesse secundário, ou seja, não se preocupa com a verificação da exatidão de repetição, mas a caracterização do fenômeno a ser replicado (Chang, 2011, p. 319).

Esse tipo de representação deveria ser a mais utilizada, devido as possibilidades de conhecimento que as mesmas podem proporcionar, pois fogem a regra da exatidão e proporcionam novas descobertas.

Porém independente da estratégia escolhida, ao trabalharmos com a reconstrução de experimentos históricos, estaremos abordando a complexidade do conhecimento científico, como também a sua possibilidade de inserção e interação através de suas vivências e práticas.

Neste sentido, a utilização de “experimentos históricos” no ensino pode auxiliar no planejamento, processo e contextualização no resgate da dimensão histórica da ciência. Desta forma podemos propiciar formas de reviver as experiências clássicas, na prática.

Robert Dennison (1993) comenta sobre os benefícios da Reconstrução de Experimentos Históricos:

Usar as observações para chegar a uma hipótese por indução; Extrair um conjunto de deduções baseada nesta hipótese; Testar experimentalmente as deduções; Usar o resultado do experimento para julgar a hipótese, que pode ser confirmada ou modificada. (Dennison, 1993, p.51).

Em conformidade com o apresentado, percebeu-se que o processo de experimentação é uma excelente ferramenta para a compreensão de conceitos científicos, visto que desenvolve a capacidade para solucionar problemas, bem como aprimora o compreender.

#### **4 REVISÃO DE LITERATURA – Um olhar para a Experimentação no ensino de Ciências e a Reconstrução de Experimentos Históricos**

Com o intuito de analisar de que forma a Experimentação vem sendo trabalhada no Ensino de Ciências para a Educação Básica, realizou-se um estudo de levantamento bibliográfico de natureza qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) em artigos

publicados em evento científico de relevância nacional para área de Ensino, relacionados à temática em questão, visto que o referido termo se apresenta de maneira bastante ampla, contemplando inúmeros trabalhos, em diferentes áreas de ensino.

Para a seleção dos artigos, foram utilizadas publicações do Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências (ENPEC), entre os anos de 2011 e 2019. O ENPEC é promovido a cada dois anos pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Visto que este evento é um dos maiores encontros da área de Ensino de Ciências, com abrangência nacional e nele professores e pesquisadores de todo o país realizam publicações sobre suas pesquisas.

O objetivo desta revisão fundamenta-se na pesquisa e análise de produções acadêmico-científicas relacionadas à expressão Experimentação, publicadas nas atas de eventos nos anos de 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019.

Os trabalhos foram pesquisados por Resumo e índice de palavras-chave, partindo das atas do referido evento. O descritor utilizado foi: “Experimentação em Ciências”. O descritor escolhido, é uma sugestão própria do evento, concentrando trabalhos caracterizados sobre a temática. Nessa categoria, foram observados os títulos dos artigos, leitura dos resumos e em algumas vezes leitura do documento na íntegra.

Foram selecionados 47 artigos que se encontram organizados por ano de publicação e número de trabalhos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Número total de artigos sobre Experimentação em Ciências.

| <b>Eventos</b> | <b>Números de Trabalhos</b> |
|----------------|-----------------------------|
| Enpec 2011     | 21                          |
| Enpec 2013     | 7                           |
| Enpec 2015     | 16                          |
| Enpec 2017     | 1                           |
| Enpec 2019     | 2                           |
| <b>Total</b>   | <b>47</b>                   |

**Fonte:** Autora (2022).

Após a leitura mais detalhada e a análise dos artigos publicados no ENPEC (2011-2019), foram utilizadas três categorias de análise mais inclusiva e diretamente relacionadas com a temática desta dissertação, que também foram realizadas com base em resumo dos trabalhos e índice de palavras-chave, sendo elas: **(1) Experimentação Investigativa em Ciências, (2) Experimentos Históricos e Reconstrução de Experimentos Históricos e (3) Ensino de Genética.** Para Bardin

(p.131, 2011), se faz necessário saber e entender por qual razão se analisa e se explicita, de modo a saber como analisar. O autor acrescenta sobre a organização da codificação dos dados, ressaltando que devemos escolher as unidades a serem analisadas, com base no recorte, a enumeração, a partir da escolha das regras de contagem e a classificação e agregação, através da escolha das categorias.

De acordo com as categorias, os artigos se encontram organizados por ano de publicação, título, autor(es) e palavras-chave.

#### **4.1 Experimentação investigativa em Ciências**

Nessa categoria, encontram-se artigos que tratam sobre a experimentação investigativa ou atividades experimentais investigativas articuladas ao Ensino de Ciências. Os autores abordam sobre as potencialidades desse tipo de metodologia e o quanto ela contribui na interação entre alunos e professores. Também é possível observar que a maioria dos artigos encontrados apresentam foco na formação continuada, sendo utilizada um referencial em comum para diversos deles.

**Tabela 2.** Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.

| <b>ENPEC</b> | <b>TÍTULOS</b>  | <b>AUTOR(ES)</b>  | <b>PALAVRAS- CHAVE</b>  |
|--------------|---|---|---|
| 2013         | Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor. | De Souza.<br>Miranda. M<br>Abras, C.M<br>Pedroso, J.R<br>Carvalho, P. de M<br>Rosa, L. M. R<br>Tanganeli, V. S<br>Suart, R de C<br>Moreira, H.R | Argumentação, experimentação investigativa, interação dialógica, habilidades cognitivas.                            |
| 2013         | Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável.  | Motta, C.S<br>Dorneles, A.M<br>Heckler, V.<br>Galiazzi, M do C  | Experimentação investigativa, formação acadêmico-profissional de professores de Ciências, objeto aperfeiçoável      |
| 2015         | Atividade Experimental Investigativa na Formação Inicial de Professores de Química: Ferramenta para o desenvolvimento de Aprendizagem Significativa.          | Calefi, P.S<br>Reis, M.J dos<br>Rezende, F.C de   | Experimentação investigativa, formação inicial, aprendizagem significativa  |
| 2015         | O Pedagogo e o Ensino de Ciências: uma análise a partir da prática pedagógica dos   | Coelho, A. E de F<br>Malheiro, J.M da   | Formação Inicial de Professores de Ciências, Educação em Ciências, Prática Pedagógica, Experimentação Investigativa |

|      |  |   |  |
|------|--|---|--|
|      | professores em processo de Formação Inicial.   |   |  |
| 2015 | Ensino de Ciências com alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental por meio de atividades experimentais investigativas e abertas. | D'Ambrosio, M<br>Neto, J.M                                    | Ensino Fundamental; Ensino de Ciências; Experimentação investigativa e aberta; projeto extracurricular |
| 2017 | Experimentos com abordagem investigativa propostos por Licenciandos em Química.  | Monteiro, P.C.<br>Rodrigues, M.A,<br>Santin F. O              | Formação inicial, experimentação investigativa, ensino de Química                                      |
| 2017 | A experimentação no ensino de ciências em ambientes não formais de educação: alternativas para a educação básica.                  | Santos, P.M dos<br>Gouw, A.M.S<br>Dias, N.F<br>Araújo, C.D.de | cultura científica, espaços de educação não formal, experimentação em ciências.                        |
| 2017 | Indagação Online na Experimentação em Ciências.  | Heckler, V.<br>Galiuzzi, M do C                               | Indagação, online, pesquisa-formação, experimentação em Ciências.                                      |
| 2019 | Análise do grau de investigação em aulas experimentais apresentadas em relatos de experiências na química nova na escola.          | Da Silva, L.H.B<br>Da Silva, E.L                              | Experimentação investigativa, Fazer científico, Química Nova na Escola                                 |

Fonte: Autora (2022)

O entendimento sobre o Ensino Investigativo em Ciências foi sendo modificado ao longo das décadas, considerando as tendências educacionais. As primeiras “ideias relacionadas a essas metodologias surgiram a partir do psicólogo Jerome Saymor Bruner e do filósofo John Dewey” (Costa, 2011), mas ainda não tinham as denominações de hoje. A partir da década de 1960 que se começou a implantar o método da aprendizagem baseada em Problemas.

Sua prática é considerada uma abordagem que realiza aproximações com as competências voltadas ao fazer científico com base na leitura, reflexão e argumentação e “no âmbito do ensino de Ciências as atividades experimentais possuem especial representatividade” (Da Silva; Da Silva, 2019, p.2).

A relevância deste assunto faz com que ele seja tratado em nove (9) trabalhos que relacionaram a Experimentação Investigativa em Ciências nos ENPEC analisados, sendo eles os seguintes: De Souza Miranda *et al* (2013); Motta *et al* (2013); Calefi *et al* (2015); Coelho e Malheiro (2015); D'Ambrosio e Neto (2015); Monteiro *et al* (2017); Santos *et al* (2017); Heckler e Galiuzzi (2017); Da Silva e Da Silva (2019).

As atividades investigativas, partem inicialmente de situações problema. Carvalho (2013) afirma 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. (Carvalho, 2013, p. 10).

De acordo com ponto de vista didático, a atividade investigativa deve contemplar a aprendizagem, promovendo e favorecendo a construção de conceitos e o professor é mediador durante esse processo, promovendo e orientando os alunos a compreenderem o que estão fazendo para resolver o problema proposto.

O ensino por investigação possibilita e oportuniza que o aluno participe durante todo o processo de aprendizagem. Para corroborar com isso, Azevedo (2004) destaca que:

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (Azevedo, 2004, p. 22).

Segundo Motta *et al* (2013), “a experimentação investigativa acontece pelo intercâmbio de significados iniciais, entre sujeitos com diferentes experiências envolvidos na investigação do fenômeno da natureza”. Desta forma se utiliza os conhecimentos iniciais ou prévios como indicativos para as estratégias que darão continuidade ao processo investigativo, baseando-se na transformação dos “pensamentos, sentimentos e ações”.

As atividades experimentais investigativas, diferem-se das atividades experimentais tradicionais, pois não apresentam elementos convencionais como o fato de existir um roteiro para sua realização. Segundo Calefi *et al* (2015)

a atividade experimental na metodologia investigativa se caracteriza pelos seguintes aspectos: um problema é apresentado aos alunos; diante do problema, os alunos devem elaborar as hipóteses que julgam necessárias para a resolução do problema; levantadas as hipóteses, as mesmas são discutidas e a partir daí segue-se a coleta de dados com o objetivo de verificar a coerência e a consistência de tais hipóteses; a partir dos dados obtidos os resultados devem ser discutidos coletivamente (Calefi *et al.*, 2015, p.2).

Há na literatura, autores que comentam a utilização sobre os diferentes níveis de abordagem investigativa em uma atividade experimental (Borges, 2002; D'Ambrosio; Neto, 2015).

De acordo com Borges (2002, p.187), os problemas e desafios podem ser abertos ou fechados, o que difere nessa proposta metodológica é o papel do aluno frente aos desafios. Na proposta experimental investigativa “aberta”, os alunos são ativos e livres para o desenvolvimento e resolução das atividades propostas, porém na proposta “fechada” os procedimentos e dados são propostos pelo professor e o aluno precisa reunir essas informações e tirar suas conclusões (D'Ambrosio; Neto, 2015, p. 3).

Porém é necessário que os professores tenham conhecimento a respeito desse tipo de metodologia e para que isso ocorra é indispensável que seja fornecido “novas estratégias de atuação que permitam um ensino mais participativo e criativo a esses profissionais” (Monteiro *et al.*, 2017).

Desta forma, também é importante destacar que “muitas vezes o problema não se encontra apenas na didática do professor, mas sim na carência de condições para trabalharem a experimentação” (Santos *et al.*, 2017, p.3). Surgem então os espaços não formais de educação e experimentação, esses espaços fomentam que os alunos podem interagir e conhecer mais sobre a ciência e seus métodos, oportunizando a observação e problematização de fenômenos.

Sobre os espaços formais e não formais para o desenvolvimento das atividades experimentais, Santos et al (2017) acrescenta:

[..]além dos estudantes estarem fora do ambiente escolar, o que já configura algo positivo para promoção do conhecimento, eles também se deparam com atividades e habilidades que não são encorajadas e frequentes na escola (Santos, *et al.*, 2017, p. 14).

Uma outra maneira de promover o ensino investigativo é através da construção do ambiente da experimentação em Ciências no contexto *on-line*. Estas são responsáveis por promover o ensino investigativo de forma criativa e divertida e são capazes de “produzir e provocar inferências, conexões e interconexões que levam ao raciocínio e à aprendizagem de conceitos em um processo de aperfeiçoamento das compreensões mais complexas” (Heckler; Galiazzi, 2017, p. 408).

Desta forma, cabe ressaltar que usar uma prática considerada tradicional com resultados estipulados, não vai fazer com que o aluno tenha interesse pela

investigação, assim como também a formação de novos conceitos, ainda que todas essas diferentes metodologias sejam empregadas afim de promover a experimentação investigativa.

#### **4.2 Experimentos Históricos e Reconstrução de Experimentos Históricos**

Nessa categoria, encontram-se artigos que tratam sobre Experimentos Históricos e/ou sobre a Reconstrução desses experimentos, bem como uma revisão bibliográfica sobre o tema. Também é possível observar que os artigos encontrados apresentam um referencial em comum, relacionando os Experimentos Históricos a História e Filosofia da Ciência.

**Tabela 3.** Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.

| ENPEC | TÍTULOS   | AUTOR (ES)                                       | PALAVRAS- CHAVE   |
|-------|---|--|---|
| 2011  | Temperatura e teorias sobre a natureza do calor: um projeto de aplicação da história e filosofia da ciência ao ensino de física.                                | De Melo Foratto, T.C<br>Da Silva, A.P.B          | Ensino de Física, Experimentos históricos, História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, Temperatura e calor. |
| 2015  | História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química. | Beltran, M.H.R                                   | História da ciência, história da ciência e ensino, experimentos históricos, ensino de química                         |
| 2019  | Pesquisas nacionais a respeito de experimentos históricos: uma revisão de literatura.   | Da Costa, M.<br>Macedo, A.H<br>Batista, I. de L. | Experimentos Históricos, Ensino de Física, História e Filosofia da Ciência, Revisão de Literatura                     |

Fonte: Autora (2022)

Pensando nas hipóteses relacionadas em como a ciência se constrói, surge na literatura questões de como introduzi-la e quais os caminhos para a inserir na sala de aula (Allchin, 2014). Para tanto é necessário conhecer subsídios para a construção da ciência, partindo de uma abordagem histórica no ensino.

Além de auxiliar no aprendizado, estudar sobre a História da Ciência pode ajudar aos alunos a entenderem o porquê e para quê estudar Ciências. Segundo Martins (2007, p. 114-115), “do ponto de vista mais prático e aplicado, a História da Ciência pode ser pensada como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, métodos e teorias”.

No decorrer desta revisão de literatura foram encontrados apenas três (3) trabalhos sobre Experimentos Históricos e Reconstrução de Experimentos Históricos, observando que existem poucos materiais sobre o referido tema e quando encontrados percebeu-se que estes estão vinculados a área do ensino de Física ou Química.

Os artigos encontrados e analisados foram dos seguintes autores: De Melo Forato (2011); Beltran, (2015) e Costa *et al.*, (2019). O trabalho realizado pelos autores Gomes; De Melo Forato e Da Silva (2011), referem-se a História e Filosofia da Ciência (HFC) como alternativa metodológica para discussão de conceitos relacionados à Física. O projeto consistiu na elaboração de um minicurso sobre Calor e Temperatura, baseado em uma perspectiva histórica e aplicado na educação Básica, a partir de uma sequência de atividades didáticas, material de suporte ao aluno e ao professor.

Os autores buscaram contribuir com o ensino de Física, a partir da metodologia de utilização da HFC e reprodução de experimentos históricos, visto que articular a reprodução de experimentos históricos propicia reviver a ciência na prática, além de permitir uma forma de aprender sobre a ciência e a natureza da ciência (Allchin, 2004).

Outro aspecto encontrado na Literatura sobre Reconstrução de Experimentos Históricos também se refere quanto ao uso do laboratório, relacionando ao estudo da História da Ciência e suas abordagens teórico e práticas quando relacionadas à experimentação, como por exemplo o trabalho de Beltran (2015).

Seu trabalho aborda sobre o papel desempenhado pelos experimentos, considerando as diferentes tendências pedagógicas que se manifestaram no decorrer da História. A pesquisa narra o contexto a partir da década de 1930, em que o laboratório foi considerado como uma tendência pedagógica. Projetos que surgiram posteriormente enfatizando o saber científico, também marcaram o rumo do ensino das Ciências, entretanto nas décadas de 1970 e 1980 que esses projetos demonstravam sua ênfase na experimentação.

A autora comenta, ainda que especificamente ao ensino de química, que os aparatos históricos se modificaram ao longo da história, os laboratórios já não são mais os mesmos, assim como os reagentes e suas formas de obtenção, mas isso não significa que não seja possível que ocorra a replicação de experimentos históricos, “ênfatar esse aspecto dos experimentos históricos pode contribuir para que os estudantes tenham uma nova perspectiva do fazer ciência” (Beltran, 2015, p. 7).

Segundo Kipinis (1996); Costa *et al* (2019), “os alunos demonstram satisfação



ao obterem resultados apresentados pelos cientistas do passado e perceberem que são capazes de repetir os passos desses cientistas”.

Prezando pela busca de materiais que tratem do respectivo tema, Da Costa *et al.* (2019), realizaram uma revisão na Literatura em periódicos nacionais, sobre Experimentos Históricos.

Como constatado na Literatura dos eventos científicos abordados pelos autores, incluindo o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, o número de trabalhos sobre o referido tema ainda é pequeno e quando encontrados, ainda que na área da Física, sugerem uma reconstrução fiel aos experimentos originais, assim como existem lacunas no trabalho com reconstrução de experimentos históricos.

Por fim, considera-se que as práticas relacionadas a reconstrução de experimentos históricos permitem aprender mais sobre a Ciência do passado, incrementar as concepções sobre a natureza da Ciência, aumentar o conhecimento científico e promover o ensino de Ciências, visto que “os experimentos clássicos são oportunidades de reviver a ciência na prática” (Allchin, 2004, p. 329).

Nessa perspectiva, considera-se a relevância dessa dissertação sobre Reconstrução e Experimentos Históricos, visto que de acordo com as pesquisas nos periódicos, os experimentos estão voltados a área da Física e Química, não sendo encontrados trabalhos relacionados as Ciências Biológicas.

### **4.3 Ensino de Genética**

Nessa categoria, encontram-se artigos que tratam sobre a experimentação articulada ao Ensino de Genética e as diferentes metodologias para trabalhar com o tema. Também é possível observar que grande parte dos artigos encontrados abordam sobre a dificuldade em promover atividades experimentais sobre a temática, visto que os conceitos apresentados também são de difícil entendimento.

**Tabela 4.** Trabalhos analisados, seus títulos, autores e palavras-chave.

| ENPEC | TÍTULOS  | AUTOR(ES)                            | PALAVRAS- CHAVE   |
|-------|--|--------------------------------------|---|
| 2011  | O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética | Silvério, L.E.R<br>Maestrelli, S.R.P | Ensino de genética, conceito de gene, obstáculo epistemológico, Bachelard |

|      |   |   |  |
|------|---|---|--|
| 2011 | Estão os livros didáticos de biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética?         | Goldbach, T<br>Bedor, P.B   | Ensino de Biologia, ensino de Genética, Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia, livro didático, saberes escolares |
| 2011 | A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética  | Resende, T dos<br>A Klautau-<br>Guimarães, M<br>de N  | Ensino de genética, estratégia de aprendizagem, leitura de divulgação científica                                       |
| 2011 | Pesquisas em ensino de genética (2004-2010)   | Oliveira, T. B<br>Silva, C.S.F da<br>Zanetti, J. de C   | Ensino de biologia, ensino de genética, estado da arte   |
| 2013 | Análise do Potencial Pedagógico da Exposição Revolução Genômica como espaço não formal de ensino de Biologia  | Da Silva Trazzi,<br>P.S<br>Calhau M<br>Morati, L<br>Junior, R.A da S<br>Pagel, U<br>Ferracioli, L                       | Educação científica, ensino de genética, espaços não formais de ensino, ensino de biologia                             |
| 2013 | Os Heredogramas familiares no estudo da Hereditariedade e do contexto histórico e sociocultural dos estudantes  | De Fátima<br>Vestena, R<br>Sepel, L.M.N<br>Loreto, E.L.S  | Heredogramas familiares, ensino de genética, contextualização, conteúdos   |
| 2013 | Conhecimentos básicos de Genética nos livros didáticos e na literatura de referência: Aproximações e Distanciamentos                                      | Franzolin, F<br>Bizzo, N  | Ensino de Genética. Livros didáticos. Transposição didática  |
| 2015 | Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de Ensino Superior   | Pedreira, M.M<br>Oliveira, S.F De<br>Guimarães, M<br>de N   | Conceito de gene, ensino de Genética, tirinhas   |
| 2015 | Desafios relativos a construção de abordagens integradoras e atualizadoras para a genética escolar  | Goldbach, T<br>Pereira, W.A<br>Oliveira, T.C.S<br>de<br>Nicolini, L.B   | Ensino de genética, livros didáticos, transposição didática  |
| 2015 | Investigação de princípios de design para sequência didática sobre os mecanismos de transmissão de características hereditárias monogênicas autossômicas. | Rios, K.B.O<br>Oliveira, S.V de<br>Sepulveda, C de<br>A.S<br>Reis, V.P.G.S<br>Amarante,<br>A.L.A.P.C<br>Meireles, J.R.C | Ensino de genética; sequência didática; monoibridismo; design research; <i>Drosophila melanogaster</i>                 |
| 2015 | O ensino de Síntese Proteica sob uma perspectiva inovadora  | De Melo Moul,<br>R.A.T<br>Da Silva, F.C.L   | Inovação pedagógica, ensino de genética, jogo didático   |
| 2015 | Genética Humana: Uma análise em três livros didáticos brasileiros.  | Prochazka, L de<br>S<br>Franzolin, F  | Determinismo genético, ensino de genética, genética humana, livro didático   |
| 2015 | Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel   | Montalvão Neto,<br>A.L.M<br>Miguel, K<br>Giraldi, P.M   | Ensino de Genética, Paradigma, Descoberta, Leis de Mendel  |
| 2015 | Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região   | Ferreira, K.E<br>Souza, H.T de A<br>Ribeira, P.A de<br>C  | Ensino de genética, aprendizagem, metodologias alternativas  |

|      |  |  |   |
|------|--|--|---|
|      | metropolitana de Belo Horizonte – MG   | Costa, F de J Santos, N da S Martins, E.M                    |   |
| 2017 | Proposta de material didático para contextualização histórica de fontes luminosas e tecnologias de iluminação                        | De Bodas, F.L.R De Affonseca Jardim, N.C.G Errobidart, N.C.G | ensino de física moderna, contextualização histórica, lâmpadas                              |
| 2019 | As dificuldades e potencialidades no ensino de genética em salas com estudantes surdos   | Pinheiro, M.A.C Oda, W.Y                                     | Inclusão , surdez, ensino de biologia , genética  |
| 2019 | O diálogo intercultural no contexto do ensino de genética: uma revisão das experiências didáticas publicadas no ENPEC                | Rosa, I.S.C Almeida, R.O.D                                   | Diálogo intercultural, ensino de genética, didática, revisão sistemática, ENPEC             |
| 2019 | Formação inicial de professores de Ciências: proposta de disciplina sobre recursos didáticos para o ensino de genética               | Barros, G.D Ribeiro, A.M Silva, D.M.S da                     | Ensino de ciências, ensino de genética, formação inicial de professores, recursos didáticos |
| 2019 | Controvérsias científicas e ensino de genética: análise da argumentação em um júri simulado  | Oliveira, J.K Pereira, L.B Lima, M.B.de Struchiner, M        | Questões Sociocientíficas, Ensino de Genética, Argumentação, Júri Simulado                  |
| 2019 | Análise de uma tarefa de construção de diagramas sobre o tema meiose realizada por estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas | Guerra, L Vilas-boas, A Tavares, M                           | Ensino de genética, meiose, ensino superior   |

Fonte: Autora (2022)

Os assuntos relacionados à Genética costumam ser tratados nos meios de comunicação, proporcionando que os seus conceitos sejam abordados pela população. Entretanto, poucas pessoas sabem de que maneira interpretar, relacionar e utilizar essas informações.

“No que se refere ao ensino de Genética, um dos maiores problemas encontrados reside na veiculação da ideia/visão de Ciência como verdade inquestionável. Esta concepção dificulta o entendimento da natureza da atividade científica e desestimula os estudantes” (Scheid & Ferrari, 2006, p.17).

Na sala de aula (considerado como um ambiente formal de aprendizagem), os conceitos relacionados ao Ensino de Genética partem de um livro didático, com um cientista com seu tema central, expondo os conhecimentos adquiridos no passado, trazendo-o ao presente. Segundo (Bianconi; Caruso, 2005), “o modo não formal de educação pode motivar o aluno a desejar buscar o conhecimento, desenvolver sua criatividade e, sobretudo, despertar o interesse pela ciência”.

A relevância deste assunto faz com que o tema, seja tratado em vinte (20) trabalhos que relacionaram a Experimentação ao ensino de Genética nos ENPEC

analisados, sendo eles os seguintes: Silvério e Maestrelli (2011); Goldbach e Bedor (2011); Resende e Klautau- Guimarães (2011); Oliveira, Silva e Zanetti (2011); Da Silva Trazzi *et al* (2013), De Fátima Vestena, Sepel e Loreto (2013), Franzolin e Bizzo (2013), Pedreira *et al* (2015), Goldbach *et al* (2015), Rios *et al* (2015), De Melo Moul e Da Silva (2015), Prochazka e Franzolin (2015), Montalvão Neto, Miguel e Giraldo (2015), Ferreira *et al* (2015), De Bodas, De Affonseca Jardim e Errobidart (2017), Pinheiro e Oda (2019), Rosa e Almeida (2019), Barros, Ribeiro e Silva (2019), Oliveira *et al* (2019), Guerra *et al* (2019).

Os trabalhos analisados tratam sobre a temática Genética com diferentes abordagens metodológicas. Para (Goldbach; Bedor, 2011), foi realizado o estudo exploratório a partir de livros didáticos, analisando as contribuições vinculadas ao ensino de genética e de que forma a temática era abordada nos diferentes livros analisados, observando quais eram as continuidades, ausências e novidades na área de ensino de Genética e como eram abordadas no material observado.

Os autores (Franzolin; Bizo, 2013) também utilizaram dessa metodologia para análise em dois livros didáticos de Ensino Médio com uma bibliografia de referência nos contextos de Brasil e Estados Unidos e assim verificaram distanciamentos que podem ser considerados elementos que dificultam a compreensão dos estudantes, não nas suas ideias centrais, pois estas encontram-se da mesma forma, porém nas ideias acessórias apresentavam controvérsias ou eram discutidas diferentes ideias.

O trabalho de Prochazka (2015), também foi realizado com análise de livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2012. O objetivo era verificar quais as características e doenças eram mais citadas entre os livros, para tanto foi realizado um quadro comparativo com as análises encontradas e observou-se que o estudo da genética precisa ser melhor contemplado, abordando conteúdos mais recentes sobre o referido tema.

No trabalho de (Oliveira *et al.*,2011), foi realizado um levantamento sobre trabalhos publicados em anais, na área de Genética, durante os anos de (2004-2010). Os resultados encontrados referem-se a pesquisadas baseadas em conhecimentos prévios de estudantes e análise de livros didáticos, voltadas principalmente a estudantes do Ensino Médio.

Os autores (Montalvão *et al.*, 2015) também realizaram reflexões e análise dos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2012 com base na epistemologia de Thomas Kuhn e de Ludwik Fleck. De acordo com as

análises foi observado uma atenuação de conteúdos voltados a Biologia moderna, abordando brevemente a história de Gregor Mendel e como surgiram as Leis da Hereditariedade, sem maiores discussões, contextualizações e abordagens recentes.

Os autores, (De Fátima Vestena; Sepel; Loreto, 2013), abordaram sobre o estudo da Hereditariedade a partir de heredogramas familiares. Verificaram que esse tipo de metodologia propiciou aos estudantes a aquisição de novos conhecimentos, relacionando a teoria ao seu cotidiano, desta forma superando a exposição dos conteúdos somente através do livro didático e explanação do professor.

O artigo de Guerra *et al* (2019), aborda sobre o desenvolvimento de um método de análise de diagramas aplicado com estudantes de Ciências Biológicas, identificando como diferentes metodologias podem auxiliar na compreensão sobre determinado tema.

Resende e Klautau-Guimarães (2011), consideram a divulgação científica como uma metodologia para auxiliar a compreensão de conceitos em genética, visto que “a compreensão dos conhecimentos Genética e das demais áreas da Biologia são fundamentais para entendimento do mundo, dos limites e das possibilidades da Ciência e do papel de cada pessoa na sociedade” (Silva *et al.*, 2019) e segundo os autores o tema está associado às maiores dificuldades de compreensão pelos estudantes.

Desta forma, segundo os autores, há uma grande dificuldade no entendimento da Genética e seus conceitos. Neste caso, Pinheiro (2019) abordam sobre as potencialidades e dificuldades encontradas no ensino de Genética em salas de aula com estudantes surdos, visto que os conceitos abordados, apresentam-se de forma abstrata.

Os autores Silvério e Maestrelli (2011), apostaram metodologia de Resolução de problemas, baseada na epistemologia de Bachelard. Segundo os autores essa metodologia pode facilitar a compreensão de conceitos em Genética e pode favorecer obstáculos na aprendizagem dos estudantes, relacionadas ao tema.

Sobre a inserção do estudo de Genética aos alunos da graduação (Pedreira, *et al.*, 2015), introduziram através da construção de história em tirinhas para explicar o conceito da palavra gene, baseando-se em pesquisas, indagações e artigos de revisão, constatando que a metodologia adotada contribuiu positivamente no processo de ensino e aprendizagem.

Outra característica observada entre os artigos encontrados, referem-se ao ensino de genética através do uso de uma Sequência Didática, conforme artigos de De Melo Moul (2015) e Rios *et al.* (2015). Promover uma sequência de atividades envolve um planejamento realizado de forma cuidadosa, afim de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, criatividade e imaginação.

## **5 METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA**

Os procedimentos metodológicos da pesquisa, assim como os instrumentos e estratégias usados para analisar os dados discutidos, serão os assuntos tratados neste capítulo.

### **5.1 Delineamento da pesquisa**

Tendo em vista que o objetivo principal do trabalho sobre investigar as contribuições didático-pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências a partir da Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel, realizou-se a construção e a aplicação de uma sequência didática com base no cultivo, desenvolvimento e reprodução de ervilhas *Pisum sativum* de duas diferentes variedades.

Sobre o termo Sequência Didática, Zabala (1998, p.18) define o termo 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 pelos professores quanto pelos alunos”.

Acrescenta-se a esta metodologia a técnica de Pesquisa Participante. A pesquisa participante é definida por Brandão (1998, p. 43) como sendo “a metodologia que procura incentivar o desenvolvimento autônomo (autoconfiante) a partir das bases e uma relativa independência do exterior” e pelo envolvimento dos pesquisadores e pesquisados o processo de pesquisa a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

Marconi e Lakatos (2003), classificam a pesquisa participante em “natural”, quando o observador pertence ao grupo em que ocorre a pesquisa ou “artificial”, quando o observador vai se integrar ao grupo como forma de obter informações sobre a pesquisa. Para que a pesquisa ocorra, são necessárias quatro etapas, segundo Gil

(2003), sendo elas: Montagem institucional e metodológica, estudo preliminar da população envolvida, análise crítica dos problemas e plano de ação.

A análise dos dados foi realizada a partir a avaliação dos conhecimentos prévios, escritos no Diário de Bordo (DB) e questionário final.

## **5.2 Contexto escolar e Implementação da pesquisa**

A aplicação das atividades ocorreu na escola em que a pesquisadora atua como docente. O nome da escola é Escola Estadual de Ensino Médio Jerônimo Mércio da Silveira, localizada no município de Candiota- RS, no bairro Vila Residencial.

A escola em questão conta com alunos em todas as modalidades presentes em turmas desde o primeiro (1º) Ano do Ensino Fundamental ao terceiro (3º) Ano do Ensino Médio, distribuídos nos turnos da manhã, tarde e noite.

A referida escola possui 405 alunos em 16 turmas, conduzidos por 32 professores e 11 funcionários. A estrutura física conta com 10 salas de aula, uma biblioteca, um banheiro para professores e dois banheiros para alunos, um laboratório de informática, um laboratório de Ciências, uma sala de vídeo, uma quadra de esportes, uma sala de direção, uma secretaria, uma sala de Atendimento Educacional Especializado e uma área grande ao ar livre em que foram construídos canteiros e posteriormente uma estufa utilizada nesse trabalho.

A turma selecionada para a realização da atividade foi o 9º ano dessa escola. Esta turma conta com 12 alunos, com idades entre 13-15 anos. Os encontros aconteceram semanalmente com duração de 2h aula, durante as aulas da componente curricular de Ciências. A aplicação do material foi realizada seguindo uma sequência didática apresentada ao longo desta dissertação. No Apêndice encontram-se os planos de aula e o material também poderá ser encontrado, integrando o produto educacional na forma de *e-book* a ser disponibilizado para utilização por outros professores.

Para contribuir a este produto, também foi elaborado o vídeo de uma proposta de Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel, para fins didáticos da temática Hereditariedade, que, além de estar no interior do *e-book*, encontra-se também descrito nesse trabalho.

### 5.3 Sequência Didática

Para a elaboração das sequências didáticas, Zabala (1998), considera que algumas relações são necessárias favorecendo no processo de ensino e aprendizagem, dentre elas o planejamento, o conhecimento dos alunos, o sentindo no que estão fazendo (executando), definindo objetivos e a avaliação deve ocorrer conforme seus esforços, entre outros (Zabala, 1998, p. 92-93).

O autor também descreve e organiza a aplicação de uma sequência didática em quatro fases, sendo elas: “comunicação da lição, estudo individual do conteúdo, repetição do conteúdo estudado e avaliação ou nota do professor” (Zabala, 1998, p. 55).

Pensando nisso, a proposta foi pensada para que fosse desenvolvida a temática Genética e Hereditariedade, a partir da Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel, pois é bastante comum professores de Ciências e Biologia mencionarem dificuldades no ensino de Genética, pois seus conceitos abstratos dificultam o entendimento de conteúdo. Desta forma é necessário o uso de ferramentas metodológicas para facilitar a compreensão e entendimento dos alunos, bem como promover uma participação na construção do saber.

O projeto teve a duração de seis semanas de aula, observando o crescimento e desenvolvimento das ervilhas *Pisum sativum*, bem como atividades lúdicas sobre a temática Genética e Hereditariedade. Durante os encontros foi utilizado o recurso do Data Show para apresentar a proposta, celular para a gravação de áudio e vídeo e diário de bordo (DB), utilizados pelos sujeitos para seus registros.

Para a construção dos diários ocorreu uma explanação da pesquisadora para os alunos, porém foi proposto que suas anotações ocorressem de maneira mais livre, em que o aluno ao descrever sobre a atividade poderia representar com desenhos, frases ou textos o seu olhar sobre o experimento.

Para facilitar o entendimento da estruturação da sequência didática, esta foi organizada em um quadro com a semana, a proposta, recursos utilizados e os instrumentos de coleta de dados. O cronograma da sequência didática aparece no quadro a seguir (tabela 5).



**Tabela 5** – Cronograma da sequência didática

| <b>SEMANA</b> | <b>PROPOSTA</b>   | <b>RECURSO</b>                                | <b>INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS</b>   |
|---------------|---|---|---|
| 1ª sem.       | 1) Apresentação da proposta.<br>2) Levantamento dos conhecimentos prévios em forma de criação da nuvem de palavras.<br>3) Vídeo sobre Mendel (vida e obra).<br>4) Semeadura das ervilhas. | Data show<br>Notebook                         | Programa <i>Tagul</i> , criador da nuvem de palavras.<br>Registro fotográfico |
| 2ª sem.       | 1) Características estudadas por Mendel.<br>2) Construção do Diário de Bordo (DB).<br>3) Acompanhamento do crescimento das ervilhas.  | Data show<br>Notebook<br>Materiais artísticos | Diário de Bordo<br>Registro fotográfico                                       |
| 3ª sem.       | 1) Jogo didático- Bingo das ervilhas.<br>2) Acompanhamento do crescimento das ervilhas.   | Cartelas do bingo - atividade Lúdica          | Registro fotográfico<br>Diário de Bordo                                       |
| 4ª sem.       | 1) Reconstrução do experimento histórico de Mendel- Polinização cruzada.<br>2) Acompanhamento do crescimento das ervilhas.  | Aula prática                                  | Registro fotográfico<br>Gravação de vídeo<br>Diário de Bordo                  |
| 5ª sem.       | 1) Acompanhamento do crescimento das ervilhas.<br>2) Jogo Didático Segundo Mendel   | Celular<br>Internet                           | Registro fotográfico<br>Diário de Bordo                                       |
| 6ª sem.       | 1) Avaliação escrita, final.<br>2) Registros escritos e artísticos sobre as características das ervilhas.   | Celular<br>Materiais artísticos               | Registro fotográfico<br>Diário de Bordo                                       |

Fonte: Autora (2022).

### 5.3.1 Apresentação da proposta, levantamento dos conhecimentos prévios e semeadura das ervilhas

O processo desenvolvido ao longo dessa dissertação aborda sobre a História da Ciência, no intuito de garantir que antes do experimento os alunos pudessem conhecer quem foi Gregor Mendel e sua contribuição na Biologia com as leis em Genética, bem como reconstruir seu Experimento Histórico, desenvolvendo o olhar sobre a natureza e suas formas de vida, entendendo como ocorre o processo de características hereditárias e como esse processo se consolida na prática.

Inicialmente ocorreu a apresentação da proposta didática para a turma participante, para que eles compreendessem de que forma ela aconteceria e sua relevância quanto pesquisa. As informações foram apresentadas a partir de uma conversa e um slide inicial apresentando o desenvolvimento da proposta em forma de tópicos. Também foi entregue aos alunos, o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido para que houvesse o consentimento dos pais e/ou responsáveis quanto a participação nas atividades realizadas.

Posteriormente foi realizado o levantamento dos conhecimentos prévios, através da a criação de uma nuvem de palavras, utilizando o programa *Tagul Cloud*. Esse programa é responsável por construir gratuitamente uma nuvem de palavras, conforme termos citados pelos alunos. O tamanho da fonte em que a palavra é apresentada está associada a frequência da palavra no texto, ou seja, palavras mais frequentes estão organizadas em uma fonte maior, enquanto as menos frequentes estão em fonte menor.

Após a atividade inicial, os alunos assistiram um documentário produzido pelo *National Geographic* disponibilizado no *youtube*, que tem por título “ Mendel e as ervilhas”, obra que conta sobre a vida, observação e experimentos de Gregor Mendel. Essa atividade teve por objetivo apresentar os conceitos iniciais de genética, bem como realizar a aproximação entre o plantio das ervilhas e a reconstrução do Experimento Histórico.

Após um documentário sobre a vida e obre de Gregor Mendel, os estudantes foram conduzidos para a área externa com o propósito de semear as sementes de ervilha. O plantio das sementes precisou ser realizado no início do desenvolvimento do trabalho, pois os desenvolvimentos das ervilhas até a fase reprodutiva requerem tempo. As sementes de ervilhas, foram obtidas no Instituto Tecnológico de Reprodução Vegetal, localizado no município de Bagé, em que a pesquisadora atuou no ramo da pesquisa no tempo em que estava na graduação.

Antes do plantio foi necessário que a pesquisadora buscasse informações sobre a semente, (meses para o plantio, tempo de germinação, tempo de floração e aparecimento das vagens), assim como características de solo e quantidade de água necessária para a planta.

A seleção das duas variedades de ervilha (figuras 1 e 2) se deram devido as características fenotípica das duas espécies, essas características se aproximam das características fenotípicas observadas por Mendel em seus experimentos. Pode ser observado (figura 1A), que a ervilha crioula tem as sementes com coloração amarelada diferindo da ervilha torta cuja semente apresenta coloração verde (figura 1B). Quanto a floração, a ervilha crioula apresenta coloração de flor branca (figura 2A), enquanto a variedade de ervilha torta apresenta coloração de flor roxa (figura 2B). As vagens também se diferenciam, também no formato e tamanho. Além disso, a

ervilha crioula apresenta uma vagem mais estreita, em formato pontiagudo (figura 3A), enquanto a ervilha torta, apresenta uma vagem achatada e de tamanho maior em relação a outra (figura 3B).

**Figura 1.** Características físicas quanto a coloração e diferenciação das sementes



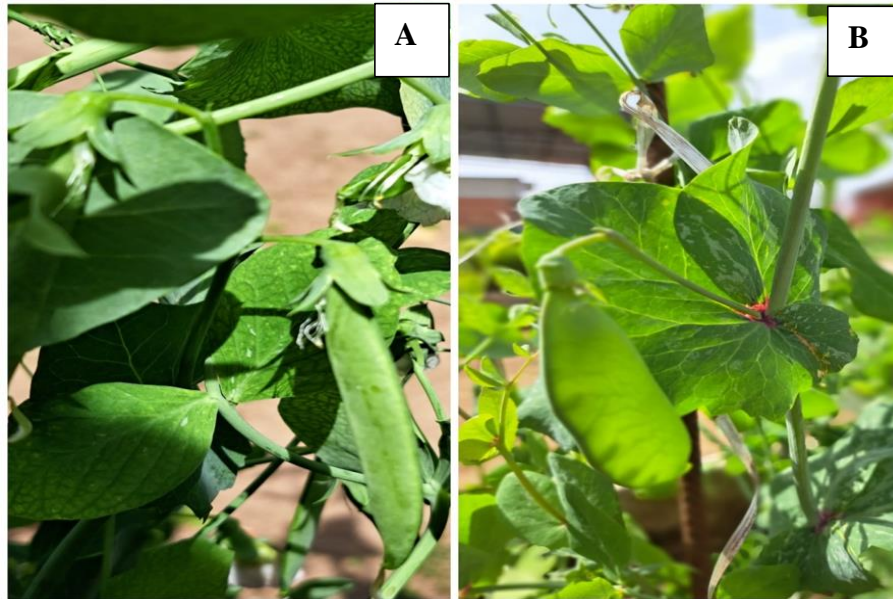
Fonte: A autora, 2022.

**Figura 2.** Características físicas quanto a coloração das flores



Fonte: A autora, 2022.

**Figura 3.** Características físicas quanto a diferenciação das vagens



**Fonte:** A autora, 2022.

A dinâmica para o plantio foi realizada em pequenos grupos e todos participaram ativamente do processo de plantio das sementes, observando as características físicas do material. A atividade de semeadura (figura 4A e 4B), permitiu aos discentes terem o contato com a terra e com a sementes, sendo possível se conectar com a natureza, se interessar por ela.

**Figura 4.** Semeadura das ervilhas



**Fonte:** A autora, 2022.

Nesta atividade foi possível dar início a Reconstrução do experimento de Mendel, observando o crescimento e desenvolvimento das variedades de ervilhas, até o aparecimento das estruturas reprodutivas (com o aparecimento das flores) e realizar a polinização cruzada das espécies, para determinar observar as características recessivas e dominantes.

### **5.3.2 Características estudadas por Mendel e a criação do Diário de Bordo**

Com o objetivo de dar continuidade as discussões sobre o experimento com as ervilhas e adaptar o tempo da escola ao tempo necessário para o ciclo biológico da ervilha acontecer, se iniciou o segundo momento deste trabalho. Ele consistiu na elaboração de um mural com as características estudadas e observadas por Mendel e pela predição dos estudantes sobre o que aconteceria com os seus experimentos.

Os alunos foram relacionando os estudos de Mendel com os seus experimentos. Após a construção do painel, também foi conversado sobre a elaboração de um diário de bordo individual, que seria construído com base nas características observadas por eles, desde a semeadura das sementes até o final do ciclo das ervilhas.

O instrumento diário de bordo, se fez útil por promover a reflexão sob o ponto de vista de cada aluno e seu processo de criação e aprendizagem. Desta forma as observações feitas pelos estudantes quanto ao crescimento, diferenciação e características específicas de cada planta eram registradas em seus diários de bordo.

O diário de bordo foi avaliado de forma individual, observando os desenhos e anotações dos estudantes. De acordo com Porlán e Martín (1997) o “instrumento do diário de bordo é um recurso metodológico que consiste na concepção do processo que vem ocorrendo na realidade dos envolvidos explorando suas competências e habilidades, visto que esse recurso metodológico apresenta grande potencial na alfabetização científica dos estudantes”.

O desenvolvimento da atividade culminou no cuidado diário que os alunos tinham com as espécies de ervilhas, realizando a manutenção dos canteiros, a identificação de onde estavam as sementes, observando o horário para regar as mudas (Figura 5A e figura 5B). Para isso, eles realizaram pesquisas sobre a espécie em estudo.



**Figura 5.** Construção do Diário de Bordo e anotações sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas.



Fonte: A autora, 2022

Dando continuidade a proposta, foram realizados jogos didáticos para aprofundar conceitos básicos e auxiliar no desenvolvimento da reconstrução do experimento de Mendel.

### 5.3.3 Bingo das ervilhas

Durante o terceiro momento, foi realizado um jogo Bingo das ervilhas. O jogo didático "Bingo das Ervilhas" foi criado por um grupo de alunas do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Caratinga (UNEC). O jogo aborda de maneira criativa e Lúdica a compreensão dos conceitos sobre Genética e pode ser utilizado nas aulas para complementar o estudo sobre a Primeira e Segunda Lei de Mendel.

Para isso, foi organizado pela pesquisadora a impressão e plastificação das cartelas para o jogo, bem como as características dos genótipos. Os alunos reuniram-se em pequenos grupos para a aplicação da atividade e puderam aprender e se divertir de forma lúdica com o quadro de *Punnet*, facilitando a memorização, bem como o raciocínio na realização dos cruzamentos (figura 6A, B e C).

**Figura 6.** Bingo das ervilhas



**Fonte:** A autora, 2022

Os alunos reuniram-se em individualmente, em duplas ou em trios antes do início do jogo, visto que a atividade pode estimular a interação e a socialização entre os alunos, além de desenvolver habilidades. O jogo foi realizado na sala de aula. Conforme a pesquisadora sorteava os fenótipos e genótipos, os alunos marcavam na sua cartela, afim de completá-la.

A próxima atividade referiu-se ao cruzamento das ervilhas que foram semeadas. As plantas dos canteiros foram transferidas para potes, afim de facilitar a reconstrução do experimento pela polinização cruzada, que foi realizado no Laboratório de Ciências da escola.

#### **5.3.4 Reconstrução do Experimento de Mendel**

Apesar da proposta do trabalho ser a reconstrução dos experimentos de Gregor Mendel sobre as características das ervilhas passadas por diferentes gerações, o tempo, a realidade e os saberes escolares não permitiram a reconstrução na íntegra destes experimentos. Os conhecimentos em Genética, bem como outros conhecimentos ensinados na escola, partem de um processo didático. Estes são selecionados afim de adequar-se para se tornarem compreensíveis aos alunos (Franzolin, 2020, p.241). Esse processo “ocorre por meio de transposição didática, o qual consiste em transformar um conhecimento científico, também chamado de

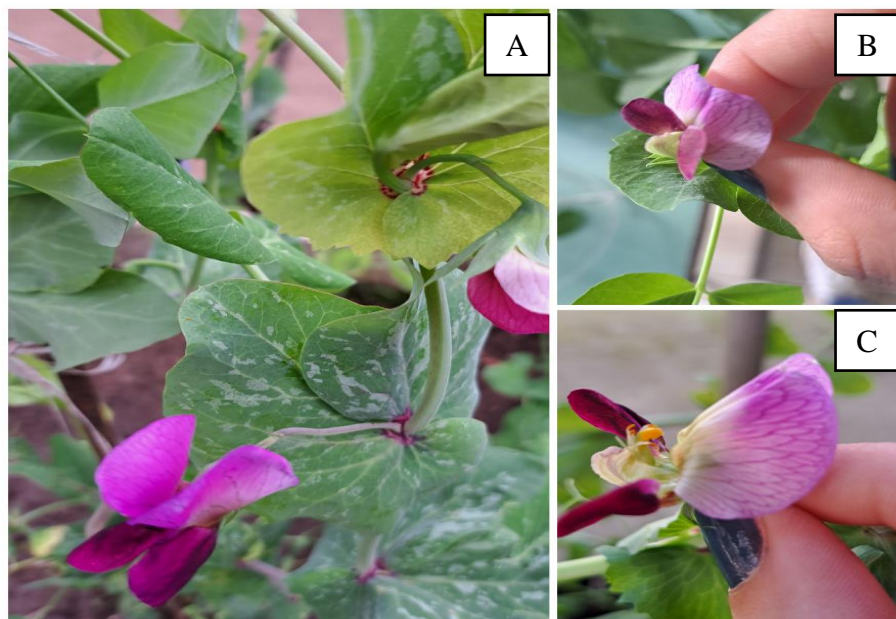
objeto de saber ou *saber sábio*, em um objeto de ensino, o *saber a ensinar*”(Chevallard 1991; Chevallard & Bosch, 2014).

Desta forma, alguns recortes precisaram ser feitos, como por exemplo a seleção de exemplares puros, as observações em diferentes gerações e a quantificação do resultado final dos cruzamentos.

Em contrapartida, o desenvolvimento desta atividade permitiu trabalhar e revisar outros conteúdos de ciências, como por exemplo, conceitos sobre as características das flores e seus órgãos reprodutivos. Isso auxiliou a sanar as dúvidas na hora da manipulação para o cruzamento entre as variedades.

Inicialmente ocorreu a explanação, com o objetivo de lembrar sobre os órgãos femininos e masculinos das flores. A primeira figura representa a flor de ervilha (figura 7A), na segunda figura a flor está sendo aberta para mostrar os órgãos reprodutivos (figura 7B) e na terceira figura a diferenciação dos órgãos reprodutivos masculinos e femininos (figura 7C).

**Figura 7.** Órgãos femininos e masculinos da flor



**Fonte:** A autora, 2022

Para os experimentos de cruzamento, as plantas foram organizadas em seis potes, sendo três potes com espécies de ervilhas crioula (flor branca) e três potes com espécies de ervilhas torta (flor roxa). O cruzamento ocorreu através da polinização cruzada. Na polinização cruzada o pólen de uma flor é transferido para o órgão



reprodutor feminino de outra planta (figura 8A). Assim, os cruzamentos foram realizados com auxílio de um cotonete (figura 8B). Os cruzamentos ocorreram entre flores brancas x brancas (pólen de uma flor branca da ervilha crioula foi transferido para o ovário de outra flor branca da variedade de ervilha crioula), flores roxas x roxas (pólen de uma flor roxa da ervilha variedade torta foi transferido para o ovário de outra flor roxa da variedade de ervilha torta).

Os detalhes da Reconstrução do Experimento de Mendel podem ser acessados pelo link: <https://youtu.be/hgbFgF3WJm0> , disponível no canal do *youtube*.

**Figura 8.** Reconstrução do experimento de Mendel- Cruzamento das ervilhas



**Fonte:** A autora, 2022

Como seria necessário esperar novamente o ciclo das ervilhas se completarem e assim descobrir o resultado dos cruzamentos, e devido ao fato que os alunos estavam concluindo o ano escolar, iniciando o recesso e não frequentando as aulas, foi solicitado que os alunos tentassem prever os resultados dos cruzamentos, e no encontro seguinte foi realizado com os estudantes o Jogo didático “Segundo Mendel” e posteriormente a aplicação do questionário final para avaliar as potencialidades da reconstrução do experimento, bem como a avaliação dos diários de bordo (DB).

O Jogo Didático Segundo Mendel, é um jogo *on-line*, que permite aos alunos conhecerem o Histórico sobre Mendel, a primeira e segunda Lei de Mendel. O programa conta com uma breve explicação sobre os conceitos e curiosidades envolvendo a temática. Também é possível realizar neste jogo cruzamentos entre

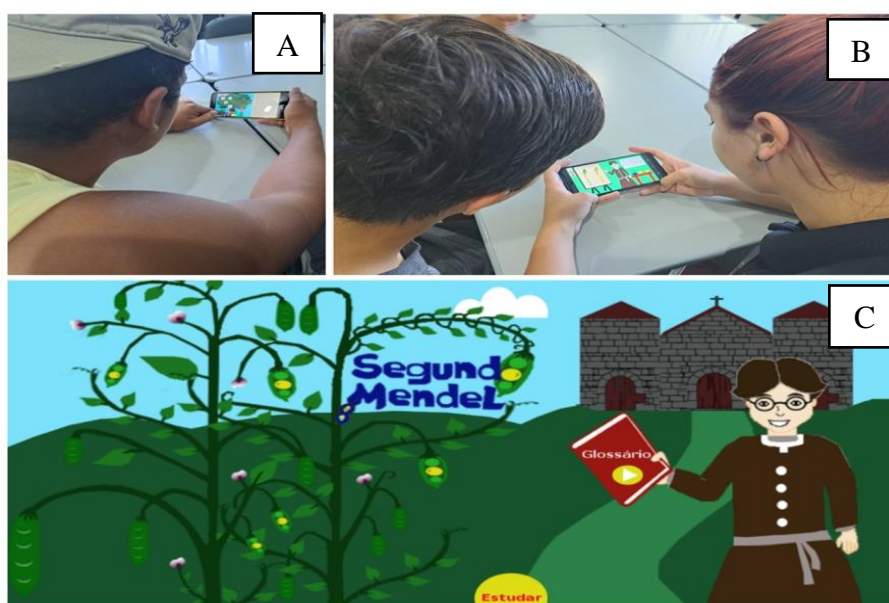
espécies de ervilhas, obtendo os conceitos de dominância e recessividade. Desta forma, a atividade com o jogo didático contribuiu para os resultados em que os alunos não puderam observar na prática, devido à falta de tempo para um novo ciclo das ervilhas que haviam sofrido o processo de polinização cruzada.

### 5.3.5 Jogo Didático Segundo Mendel

O jogo didático “Segundo Mendel”, foi realizado no Laboratório de Informática da escola, pois como a atividade é realizada de forma *on-line*, necessitando o uso internet. Por isso foi solicitado na aula anterior que os alunos levassem aparelho de celular para a escola, pois seria disponibilizado o link de download do jogo. Link de acesso ao jogo: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.test>.

O jogo inicia com abordagens sobre a vida e obra de Gregor Mendel. Posteriormente os estudantes podem transitar entre a Primeira e Segunda Lei de Mendel com a parte teórica, curiosidades sobre as Leis e praticar os conhecimentos com exercícios propostos pelo jogo. Os alunos podiam jogar individualmente ou em dupla (figura 9A, 9B). Nesta atividade além de conceitos novos, os alunos também aprenderam sobre algumas anomalias de caráter hereditário, como albinismo, polidactilia e miopia (figura 9C).

**Figura 9.** Jogo didático Segundo Mendel



Fonte: A autora, 2022

No próximo encontro, realizou-se um questionário e a avaliação dos diários de bordo (DB) com o objetivo de averiguar o aprendizado quanto ao projeto desenvolvido.

#### **5.4 Produção educacional**

O Mestrado Profissional em Ensino de Ciências prevê uma prática pedagógica, além da elaboração de uma produção educacional que possa ser difundida e assim ampliar as pesquisas realizadas.

O produto educacional foi elaborado com objetivo de propor uma sugestão para trabalhar os conteúdos de Genética e Hereditariedade, a partir de uma sequência didática que alia a Experimentação no Ensino de Ciências, através do uso da Reconstrução de Experimento Histórico de Mendel, e demais atividades lúdicas que possam ser aplicadas na Educação Básica.

As atividades, encontram-se disponíveis na página do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Pampa: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/mpec/trabalhos-de-conclusao/>. O e-book está organizado com uma breve contextualização de quem foi o cientista Gregor Mendel e o porquê da escolha pelas ervilhas do gênero *Pisum sativum*. O leitor também encontrará uma descrição sobre as Leis de Mendel (Lei da Segregação dos Fatores e Lei da Segregação Independente), uma sequência de atividades voltadas a Reconstrução do seu Experimento Histórico um vídeo demonstrando a prática de como realizar a polinização cruzada entre as flores de ervilhas.

A construção desse material possibilita auxiliar os professores em aulas práticas e teóricas sobre a temática Genética e Hereditariedade e assim favorecendo o entendimento dos conteúdos através da pesquisa, de forma contextualizada, colaborativa e reflexiva. Dessa forma, esse material em formato de e-book serve como sugestão para implementação, que pode ser adaptada a realidade do professor, ou mesmo servir de embasamento para a criação de novas possibilidades educativas.

## **6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Nesse capítulo serão relatados os resultados das atividades desenvolvidas e bem como a discussão destas atividades.

### 6.1 Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes

Inicialmente ocorreu a apresentação da proposta para a turma. Posteriormente a atividade realizada foi verificar os conhecimentos prévios dos estudantes com a construção da nuvem de palavras. Os conhecimentos prévios podem estimular e orientar os estudantes ao processo reflexivo, contribuindo na aquisição de conceitos mais próximos do que se espera encontrar (Alegro, 2008, p.31), visto que “as novas tecnologias usadas como suporte pedagógico devem promover produtos/técnicas e/ou processos que visam à interação comunicativa, aprendizagem significativa por meio de uma linguagem digital” (Kenski, 2003, p.12; Ramos, 2008, p. 16).

Para isso, foi solicitado que os alunos registrassem na nuvem de palavras, utilizando o programa *Tagul®*, a primeira palavra ao pensar sobre o tema Hereditariedade. O referido termo foi escolhido devido a habilidade (EF09CI09), sugerida pela Base Nacional Comum Curricular em que discute as ideias de Mendel referente a Hereditariedade, bem como fatores hereditários, gametas, segregação e fecundação. Os alunos foram organizados em formato de círculo e individualmente escreveram (utilizando o notebook da pesquisadora) qual a primeira palavra que vinha a cabeça quando pensavam no termo.

Essa atividade contou com a participação de 12 alunos (número total de estudantes dessa turma), entretanto 2 deles não conseguiram responder a atividade, não relacionando o termo aos conhecimentos prévios e 2 deles repetiram o termo já citado. Com o intuito de preservar as identidades dos estudantes, estes estão denominados numericamente de 1 a 12, por exemplo (Estudante1... Estudante 12). Os resultados encontram-se apresentadas na tabela 6.

**Tabela 6–** Palavras citadas pelos estudantes quanto ao termo Hereditariedade

| <b>Estudantes</b> | <b>Palavras citadas</b> |
|-------------------|-------------------------|
| Estudante 1       | Genes                   |
| Estudante 2       | Características         |
| Estudante 3       | Mutação                 |
| Estudante 4       | Clone                   |
| Estudante 5       | Clonagem                |
| Estudante 6       | Genética                |
| Estudante 7       | Biologia                |
| Estudante 8       | Não soube responder     |
| Estudante 9       | Repetiu o termo Clone   |
| Estudante 10      | Não soube responder     |
| Estudante 11      | Repetiu o termo Genes   |
| Estudante 12      | Origem                  |



momento outros alunos também comentaram sobre a questão, uma vez que o tema foi abordado por uma telenovela. O estudante 8, que não soube responder a atividade, justificou que “[...] é meio complicado” se referindo ao questionamento realizado. E o estudante 11, que repetiu o termo já mencionado “Genes”, disse que já ouviu falar em algum momento sobre o assunto durante sua trajetória em anos anteriores na escola, mas não lembrava muito sobre o assunto.

Sobre as respostas dos estudantes alguns fatos chamam atenção. Como por exemplo não conseguirem realizar a aproximação com o termo citado, criando uma lacuna nesse aspecto, visto que a ênfase na genética, impacta com os acontecimentos diários dos alunos em meio à sociedade na que eles estão inseridos.

Entretanto, há na literatura questionamentos sobre o ensino de genética e suas dificuldades de aprendizagem (Cirne, 2013). Sobre a forma de como o ensino de genética é ensinado nas escolas, Moura (2013) comenta que “a utilização do livro didático como instrumento único de ensino, conteúdos abstratos e superficiais, ausências de aparato tecnológico no ambiente escolar, ausência de atividades interdisciplinares e contextualizada” (MOURA, 2013, p.172) contribuem nessa dificuldade. Nessa perspectiva cabe ao educador pensar em novas formas de atrair a atenção dos alunos, minimizando as distâncias entre o ensinar e o aprender.

## ***6.2 Estratégias metodológicas para a Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel***

### **6.2.1 Semeadura das ervilhas**

Após o levantamento inicial, a próxima atividade desenvolvida com os estudantes foi a semeadura das ervilhas. Os alunos foram conduzidos até a área em que se localiza os canteiros e iniciaram o processo de semeadura. A atividade contou com a participação de todos, e foi conduzido na forma de um trabalho em equipe.

Segundo os autores, no trabalho em equipe as diferenças são reconhecidas, aceitas e trabalhadas. Existe a abertura para compartilhar as singularidades bem como o contato com o inesperado, sem exigência de garantias prévias (Weber; Grisci, 2010; Avila; Couto, 2013).

Educar também significa estabelecer uma relação de convivência com o outro. Sobre a educação como convívio, na visão de Maturana:

[...] o educar se constitui no processo em que a criança ou o adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente com o do outro no espaço de convivência. (Maturana, 1997, p. 29)

Também foi possível perceber que algumas dúvidas surgiram durante o desenvolvimento da proposta de semeadura das ervilhas. Um exemplo disso, refere-se a pergunta de um aluno ao analisar o desenvolvimento do crescimento das plantas: “[...]Será que nossas ervilhas vão florescer? Eu nunca cuidei de uma planta” (Estudante 1). O diálogo demonstra que este tipo de atividade em que os alunos não estejam acostumados a realizar (plantio de uma planta, por exemplo), pode gerar reflexões e preocupação.

Entretanto, essas atividades, apoiam-se na teoria de Humberto Maturana, na forma como o indivíduo aprende e sobre a construção do conhecimento, aquele que não é dado pronto, mas a partir das experiências e vivências (Maturana; Varela, 2002, p. 31). Assim como observado na interação dos discentes com os organismos vivos (ervilhas), em que todo o cuidado e processo da Biologia do amor que se fizeram presentes nas etapas de crescimento e desenvolvimento dos organismos, (Maturana, 1998, p. 22), pois o amor é um sentimento que mantém as pessoas conectadas e comprometidas umas com as outras.

### **6.2.2 Características estudadas por Mendel- Construção do painel**

Dando continuidade a proposta, e com objetivo de facilitar o processo de construção do conhecimento, a próxima atividade realizada, referiu-se à elaboração de um painel com as características observadas e estudadas por Mendel. “Mesmo em meio a tanta tecnologia, os painéis ou cartazes, não são muito inovadores, mas apresentam um resultado muito eficaz” (Pereira, 2015, p. 3).

Nesta atividade articulada com o plantio das ervilhas, os estudantes deveriam tanto predizer o que aconteceria com seu experimento, como pesquisar o experimento realizado por Mendel. Após, deveriam construir um painel com as principais considerações. A construção deste quadro contribuiu para auxiliar os alunos nas aulas e também como forma de entender as diferentes características que eles



acompanhariam ao longo do desenvolvimento das plantas. A criação do painel sobre as características estudadas por Gregor Mendel pode ser acompanhada na figura (11A e 11B).

**Figura 11.** Características observadas por Gregor Mendel



**Fonte:** A autora, 2022.

A atividade foi realizada em com o auxílio da pesquisadora e alguns estudantes ficaram entusiasmados e curiosos com as características observadas pelo cientista. Assim que iniciaram a atividade, alguns estudantes começaram a comentar suas percepções sobre o crescimento e desenvolvimento das ervilhas, outros queriam pesquisar na internet e/ou livro didático a forma como ocorreria esse crescimento, antecipando os resultados esperados.

O processo de transposição didática se fez necessário mais uma vez, visto que a professora precisou saber articular o saber novo com o saber antigo. Dessa forma tornando os conceitos em genética mais compreensíveis, “da mesma forma que tornar esse saber mais próximo dos alunos” (Astolfi, 1997; Pietrocola, *et al.*, 2006).

Ao final da atividade, foi possível perceber que os sujeitos, em sua maioria, compreenderam o porquê da escolha das ervilhas, quais as características estudadas e observadas pelo cientista e sua relevância quanto pesquisa. Mas também foi percebido que os mesmos não ficaram muito convencidos em como essas características genéticas aconteceriam com base nos cruzamentos genéticos entre



genes dominantes e recessivos. Por isso foi pensado para o próximo encontro um jogo didático que trouxesse essa abordagem.

### 6.2.3 Jogo didático Bingo das Ervilhas

Dando continuidade ao desenvolvimento da atividade, foi utilizado o jogo didático Bingo das Ervilhas, para a compreensão de genótipos e fenótipos, bem como o entendimento das Leis de Mendel. Para corroborar (Souza; Silva, 2015, p. 40) dizem que “os jogos podem despertar nos alunos os mais diversos sentimentos, como tensão, frustração, alegria, exaltação; podendo ainda ser um agente motivador e desenvolvedor da criatividade”. Durante a realização das atividades, foi percebido a potencialidade dos jogos didáticos utilizados no decorrer dos encontros, auxiliando no processo de ensino aprendizagem e promovendo momentos de diversão e conhecimento entre os envolvidos.

O jogo didático Bingo das Ervilhas, foi realizado na sala de aula. Foram fornecidas as cartelas para o jogo didático e a pesquisadora sorteava os genótipos e fenótipos, ao passo que os alunos preenchiam corretamente em suas cartelas. A atividade contou com duração de 2h aula e obteve o envolvimento de todos os estudantes. No início da atividade alguns alunos demonstraram dificuldade para a realização da atividade, visto que os conceitos de fenótipos e genótipos ainda não haviam sido totalmente compreendidos. Para complementar, comentários surgiram durante as atividades. [...]“O jogo facilitou muito o entendimento desse conteúdo” (Estudante 6), “Esse conteúdo é bem difícil. O jogo ajudou muito porque tinha imagens de fácil entendimento (Estudante 7).

Ainda sobre a contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem, os autores acrescentam que:

É preciso compreender que a aprendizagem é resultado da interação entre o brincante e o meio. Sendo assim, o jogo desafia seus participantes a cada momento, na escolha de estratégias, ao traçar metas e ao reconhecer erros para alcançar os objetivos propostos pelo jogo (Pereira; Fusinato; Neves, 2009, p.13).

Nessa perspectiva, torna-se importante que novas práticas substituam um currículo enciclopédico e até mesmo fragmentado, fazendo com que os estudantes pensem e construam seu conhecimento. Sobre essa questão (Ataide; Silva, 2011, p. 47-48) comentam que:

Atualmente, decorrente das discussões desenvolvidas em torno da área da Didática das Ciências, existem várias vertentes metodológicas das pesquisas, citemos algumas, por exemplo: atividades experimentais e o uso da história e da filosofia da ciência no ensino de ciências, o ensino por redescoberta, o modelo de mudança conceitual, o ensino por projetos, o ensino baseado no perfil conceitual, dentre outras.

O processo desenvolvido ao longo dessa dissertação aborda sobre a história da ciência, no intuito de garantir que antes do experimento os alunos pudessem conhecer quem foi Gregor Mendel e sua contribuição para o entendimento da hereditariedade, bem como reconstruir seu Experimento Histórico, desenvolvendo o olhar sobre a natureza e suas formas de vida, entendendo como ocorre o processo de características hereditárias e como esse processo se consolida na prática.

#### **6.2.4 Polinização Cruzada das ervilhas**

O dia da Polinização Cruzada das ervilhas, foi um dos dias mais aguardados pela turma. As mudas de ervilhas, foram retiradas dos canteiros e postas em vasos para facilitar a polinização cruzada. Foram separadas três mudas de ervilha crioula (flor branca) e três mudas de ervilha torta (flor roxa). Os alunos foram conduzidos até o laboratório de ciências para a realização do experimento.

Inicialmente foram lembrados alguns conceitos em genética, bem como a visualização dos órgãos femininos e masculinos das flores. Ao serem perguntados sobre como eles imaginariam que seria realizada a polinização cruzada, um aluno levantou a mão dizendo que “haveria transferência de pólen de uma flor para outra” (Estudante 3), outros dois alunos complementaram “[...] A gente tem que ver se não vai acontecer aquela autopolinização” (Estudante 5).

Diante disso a pesquisadora questionou oralmente, com registros gravados, sobre a utilização dos termos polinização e autopolinização, observando o raciocínio dos mesmos sobre a aplicação da atividade. A resposta do estudante (Estudante 5), foi clara e direta, comentando que a atividade estimulou sua curiosidade sobre o tema e essas informações seriam importantes para desvendar o que aconteceria no decorrer do experimento de polinização cruzada.

No início da atividade, alguns alunos demonstraram dificuldade para a realização da atividade, visto que os conceitos de fenótipos e genótipos ainda não haviam sido totalmente compreendidos. Desta forma, durante a aplicação da atividade conceitos e características eram lembrados.

A complexidade dos termos utilizados em Genética através de aulas expositivas e dialogadas representam uma maior dificuldade de ensino deste conteúdo. A alternativa proposta de utilizar atividades práticas proporcionou um ambiente de aprendizagem mais envolvente, em que os alunos puderam desenvolver a criatividade, tornando o processo de aprender mais alegre e descontraído.

O primeiro passo para desenvolver a atividade de polinização cruzada foi verificar se os materiais para a realização da atividade estavam na bancada do laboratório (tesoura para o corte das anteras e cotonete para recolha do pólen da outra flor). Os estudantes foram orientados a começar removendo os estames de uma das ervilhas da variedade de ervilha torta (flor roxa) que receberiam o pólen de outra planta de ervilha torta (evitando a autopolinização). Após, deveriam realizar a transferência do pólen (contendo anterozóide), a partir dos estames de outra planta com flor roxa, para o carpelo (local que contém os óvulos da flor roxa) da planta inicial. Esse mesmo processo foi feito para a polinização das plantas de ervilha com flores brancas (variedade crioula), que tiveram o processo de polinização realizados.

Foi solicitado aos alunos que realizassem o registro fotográfico do processo com o celular e que fizessem anotações no Diário de Bordo, comentando sobre o experimento. Durante as conversas e anotações em seus diários de bordo foi possível observar que o ensino de genética durante as atividades realizadas aproximou o conteúdo a realidade dos alunos. “Achei muito legal a atividade” (Estudante 11), “[...] Tô ansioso pra ver os resultados” (Estudante 10), “[...] que cor de flor “vamo” encontrar quando esse ciclo das plantas se completar?” (Estudante 5). Essas colocações fizeram a pesquisadora observar que o projeto não poderia acabar sem os resultados do experimento.

Infelizmente a temperatura começou a aumentar, pois o experimento foi realizado no segundo semestre de 2022, e uma semana atípica batendo marcas históricas de calor e baixa humidade, algumas plantas acabaram não resistindo.

Entretanto conseguimos identificar algumas das primeiras flores da geração F1 do cruzamento entre Flores Brancas x Flores Brancas (figura 12A) e Flores Roxas x Flores Roxas, conforme demonstrado na (figura 12B).

**Figura 12.** Geração F1 entre cruzamento de A) flores Brancas x flores Brancas e B) flores Roxas x flores Roxas



**Fonte:** A autora, 2022

Com os resultados observados em F1, percebeu-se que o cruzamento entre flores Brancas x Brancas originaram 100% flores brancas (figura 12A), tanto a flor que está aberta, como os dois botões que estão abrindo também na coloração branca. O resultado do cruzamento entre flores Roxas x flores Roxas, originaram 100% flores roxas, conforme (figura 12B). Com as descobertas foi possível verificar os termos dominância e recessividade.

### 6.2.5 Jogo didático Segundo Mendel

Para complementar as atividades até então realizadas, foi realizado no próximo encontro, o jogo didático (Segundo Mendel®) em que os alunos puderam verificar quais os resultados encontrados com base nas descobertas do cientista Gregor Mendel.

Os alunos foram conduzidos até o laboratório de informática, visto que esse jogo por ser *on-line* precisa do servidor de internet. Ao chegar, os estudantes reuniram-se individualmente ou em duplas para a realização da proposta. Ao iniciar o jogo, os estudantes poderiam optar por conhecer informações sobre Gregor Mendel, Primeira e Segunda Lei de Mendel e depois testar os conhecimentos adquiridos.

Foi possível perceber que entre os testes propostos pelo jogo didático, os estudantes compreendiam as ideias e conceitos ou conseguiam colocá-los em prática, porém alguns com mais e outros com menos dificuldades, para isso as atividades foram realizadas com a participação de todos, revisando conceitos de dominância e recessividade. Algumas perguntas realizadas no jogo didático, encontram-se abaixo, nas figuras (14A e 14B).

**Figura 13.** Testes do Jogo Didático Segundo Mendel

**Albinismo**

Joana é portadora do albinismo, uma anomalia que se manifesta de maneira recessiva. Devido a esse fato, Joana não pode se expor muito ao sol, pois quase não tem melanina. Curiosa para entender sua descendência, ela buscou analisar sua árvore genealógica, a partir dos seus avós. É sua vez de descobrir o possível genótipo do avô materno e do pai de Joana.

**Miopia e Sexo**

Carlos casou-se com Janaina. Ele não é míope, embora carregue em seu DNA um alelo da miopia. Sua esposa, assim como ele, não é míope, mas também possui um dos pais com a doença. Você deve informar todos os possíveis genótipos que uma criança, filha deles, poderá ter para essa característica, juntamente com o tipo sexual.

**Fonte:** A autora, 2022.

A atividade com o jogo didático proporcionou várias discussões, visto que os alunos trouxeram curiosidades sobre anomalias hereditárias, comentando sobre o porquê do albinismo e essa condição não ser tão comum no Brasil e sobre as causas hereditárias de miopia em alunos na sala de aula. Posteriormente conceituaram genótipo e fenótipo e realizaram cruzamentos, conforme atividades propostas no jogo.

A cada encontro era retomado o anterior para que houvesse sempre a continuidade. No último encontro os estudantes receberam um questionário (Apêndice C) com perguntas que deveriam ser respondidas e posteriormente debatidas no grande grupo. Para a realização da atividade, os alunos dispuseram do instrumento Diário de Bordo produzidos por eles para auxílio nas respostas.

### 6.2.6 Questionário Final e análise do Diário de Bordo

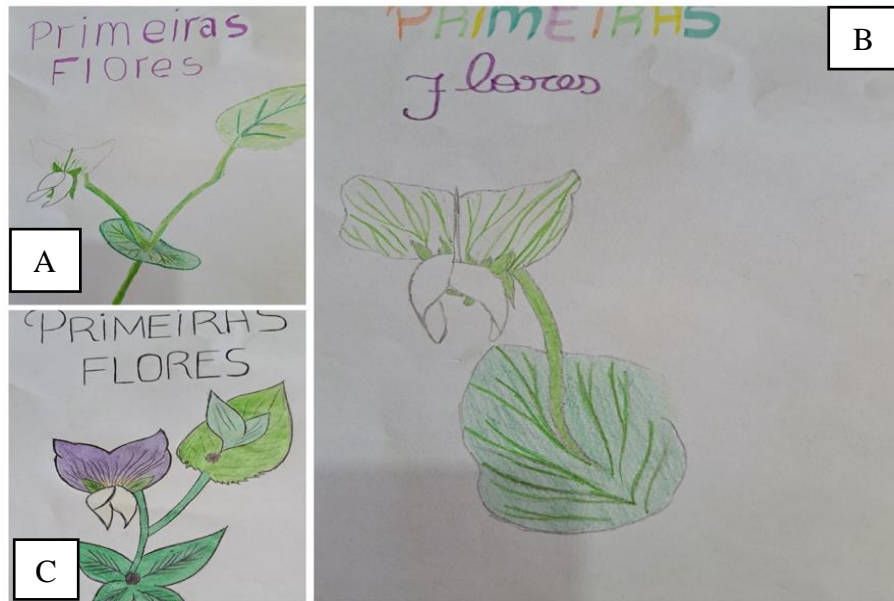
Ao serem questionados se recordavam como havia sido realizado o experimento com ervilhas desenvolvido por Gregor Mendel, os doze participantes responderam que sim, argumentando que *“Nunca mais iriam esquecer como ocorreu o experimento”* (Estudante 3) e que *“Se sentiram cientistas reconstruindo o experimento de Mendel”* (Estudante 9). Um estudante ainda acrescentou *“Se ‘a gente’ lê no livro didático não entende muito bem”* (Estudante 6), referindo-se ao processo de reconstrução do Experimento Histórico.

Para complementar a argumentação dos estudantes, Carvalho (2013, p. 10-11) diz que *“a reconstrução de experimentos ou aparatos possui vários pressupostos que a aproxima das características do ensino investigativo”*. Foi possível perceber que a sequência didática sugerida e atribuída a reconstrução do experimento do cientista aproximou a experimentação no ensino de genética de uma forma lúdica.

A segunda pergunta referiu-se as anotações realizadas sobre os registros do crescimento e desenvolvimento das ervilhas. Nessa atividade os alunos poderiam consultar seus Diários de Bordo, visto que em todos os encontros, os alunos utilizavam este material para realizarem suas anotações sobre a aula, sobre o desenvolvimento das ervilhas e quaisquer outros registros que julgavam pertinentes. Para corroborar, a autora Zarth (2017) complementa que o diário de bordo *“têm ajudado o aluno, independente de área de atuação, a fazer uma síntese do que realmente aprendeu durante o período de aula”* (Zarth, 2017 p.1). Dessa forma o material se fez necessário em facilitar o registro das atividades e promover a reflexão proposta sobre suas formas e aplicações.

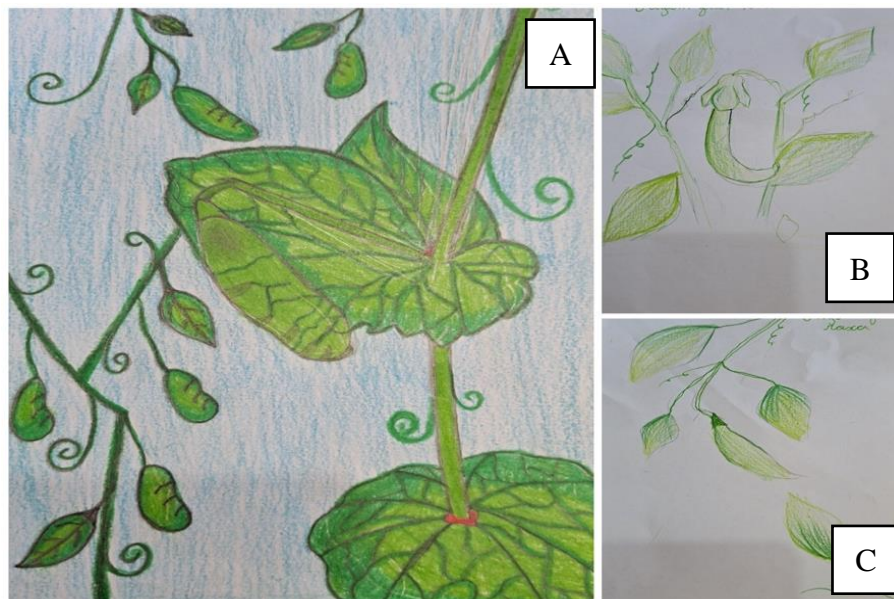
Abaixo estão apresentadas os registros produzidos pelos estudantes no diário de bordo quanto ao crescimento e desenvolvimento das ervilhas. Os registros das flores brancas estão apresentados nas (figuras 14A e 14B) e o registro das flores roxas na (figura 14C). E os registros dos formatos das vagens apresentam-se identificados na (figura 15A), flor branca e flores roxas (figura 15B e 15C).

**Figura 14.** Registros do Diário de Bordo- Flores



**Fonte:** A autora, 2022

**Figura 15.** Registros do Diário de Bordo- Vagem



**Fonte:** A autora, 2022

Os desenhos representam as análises realizadas pelos alunos, destacando as percepções vivenciadas e observadas nos detalhes do crescimento das plantas. É possível observar que os desenhos apresentam as diferenciações entre as duas variedades de *Pisum sativum*, não apenas na coloração das flores, mas também no formato e tamanho das vagens. Para corroborar, Edwards (2005) acrescenta que “o processo de desenhar está interligado com a capacidade de “ver” (percepção)”, além

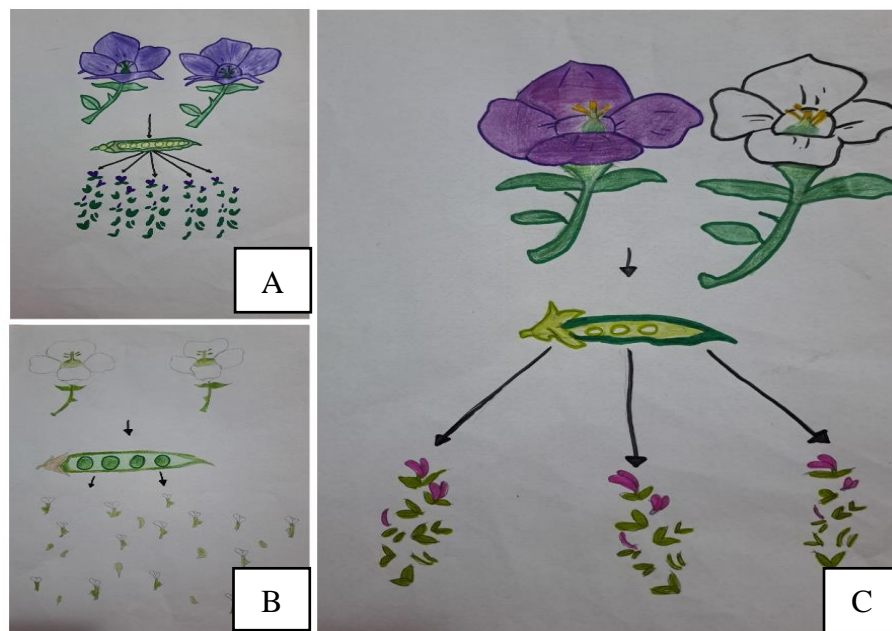


disso “desenhar é um ato inteligente de representação que põe forma e sentido ao pensamento e ao conteúdo que foi assimilado” (Andrade *et al*, 2007, p. 3).

Na terceira pergunta foi sugerido que os estudantes realizassem, utilizando o quadro de *Punnet*, o cruzamento entre flores brancas puras e ervilhas com flores roxas puras para verificar o que eles esperariam encontrar em F1 e representassem através de desenhos os alelos dominantes e recessivos. Essa pergunta tinha como objetivo que os estudantes reconhecessem e fizessem associações sobre as duas observações (prática e jogo didático), visto que na prática não conseguimos observar esse cruzamento.

O recorte das percepções dos estudantes encontram-se demonstrados na figura abaixo. A primeira imagem (figura 16A) representa o cruzamento entre ervilhas com flores Roxas. A segunda imagem (figura 16B) representa o cruzamento entre ervilhas com flores Brancas e a terceira imagem (figura 16C) representa o cruzamento entre ervilhas com flores Brancas e Roxas, na geração F1 com alelos dominantes e recessivos.

**Figura 16.** Cruzamento entre as espécies de ervilhas



**Fonte:** A autora, 2022

As imagens representam que “a reconstrução de um experimento ou aparato durante a sala de aula possa levar os alunos a explorar muitas de suas habilidades e competências” (Heering, 2000; Cavicchi, 2008; Heering; Wittjel, 2011).



Além da experiência vivenciada diariamente no processo de observação do crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como o olhar sobre as diferentes características apresentadas, os alunos puderam enaltecer suas experiências de vida desde a semeadura até o desenvolvimento final.

Nesse sentido, De Araujo e Ferreira (2012) acrescentam que:

O acompanhamento diário e o registro dos processos realizados pelas crianças é uma forma de dar visibilidade a todo o percurso que a criança enfrenta no seu processo de aprendizagem e desenvolvimento. Tal prática nos afasta de valorizarmos somente o produto final e o resultado, bem como caminha no sentido de registrarmos todo o percurso e progressos das crianças (De Araujo; Ferreira, 2012, p. 76).

Esse instrumento se fez necessário para acompanharmos o desenvolvimento dos alunos, na escrita, na parte artística e nas anotações das experiências vivenciadas por eles e que ocorriam de forma individual.

No último encontro ao discutirmos as respostas do questionário da avaliação final, foi possível perceber que os sujeitos, em sua maioria, entenderam o processo Hereditariedade proposto por Mendel. Relataram ainda que esperavam que o ciclo das plantas ocorresse de forma mais rápida, afim de encontrar e comprovar os resultados, visto que acharam a *“atividade interessante e desafiadora”* (Aluno 13). Para finalizar, percebeu-se a potencialidade da realização da reconstrução do Experimento Histórico de Mendel para uma proposta de ensino e aprendizagem em Ciências, bem como

### **6.2.7 Reflexões da Prática Docente**

Discutir sobre a temática Genética e Hereditariedade com alunos no 9º ano apresentou uma série de desafios, sendo que na literatura, essa temática é vista como um conteúdo de difícil compreensão. Nessa perspectiva, buscou-se pensar em diferentes alternativas metodológicas, a partir da reconstrução do Experimento Histórico de Mendel.

Para pensar na metodologia empregada na dissertação, bem como o desenvolvimento da sequência didática, foi necessário recorrer a literatura diversas vezes, observando as atividades propostas por outros autores e sua contribuição didático-pedagógica para o entendimento do ensino de Genética.

Como observado na literatura, uma das metodologias utilizadas foi o ensino investigativo, visto que pode despertar no aluno o interesse pelo levantamento de hipóteses, a resolução de problemas e a análise dos resultados obtidos, pois “ao explorar os conceitos de genética, usando o modelo didático proposto, numa perspectiva didático-investigativa, pretendemos potencializar as práticas de ensino de genética na educação básica, tornando-a mais rica enquanto estratégia didática” (FERREIRA, PERSUHN, 2020, p. 7).

A utilização da reconstrução de experimentos históricos, “estudos de caso históricos, que envolvem experimentos ou aparatos, são usados como parte de um plano de aula baseado em investigação” (Silva *et al.*, 2021, p.192). Desta forma, “os alunos ganham familiaridade com os grandes problemas do passado e com o caminho percorrido para a obtenção de respostas” (Sepel, 2012, p.121).

Porém durante o processo de reconstrução do experimento, vários foram os momentos de reflexão da pesquisadora, em que recorreu a literatura, tentou solucionar os problemas encontrados durante o crescimento e desenvolvimento das espécies de ervilhas e chegou à conclusão que talvez precisasse modificar seus pressupostos teóricos, adaptando o experimento a sua realidade e ao tempo de execução que precisou ocorrer de forma mais rápida. Esses momentos de reflexões com reconstrução de experimentos históricos são discutidos em outros trabalhos (Silva *et al.*, 2021; Jardim *et al.*, 2017).

A realização da proposta com a reconstrução do Experimento Histórico de Mendel se mostrou desafiadora em vários aspectos, mas com a certeza de que apesar dos desafios, resultaram em conquistas. A pesquisadora precisou conhecer e entender sobre as ervilhas *Pisum sativum* e principalmente sobre a sensibilidade da espécie com a diferença de temperatura. Outra adversidade foi a questão do tempo, pois a mesma completa seu ciclo mais ou menos em 60-70 dias (na média).

Também, foi possível observar que nem todos os alunos compreendiam as ideias e conceitos ou então não conseguiam colocá-los em prática, para tanto foi preciso rever o planejamento e estruturar estratégias durante o andamento do trabalho. Essas revisões no planejamento contribuíram com a certeza que aqueles conceitos apreendidos que ancorarão novas aprendizagens.

Ainda sobre as metodologias utilizadas para auxiliar na compreensão de conceitos em genética, percebeu-se que os jogos didáticos também contribuíram nesse processo de ensino e se tornaram uma alternativa para a aprendizagem, como

percebido em outras literaturas (Hermann 2017; Lovato, 2018; Da Silva Teles *et al*, 2020). Assim para potencializar a metodologia de reconstrução do Experimento Histórico de Mendel, foi necessário aprofundar os conceitos básicos em genética de forma lúdica, partindo das experiências vivenciadas pelos estudantes no processo de observação, crescimento, desenvolvimento das variedades de ervilhas e sua forma de reprodução e polinização cruzada.

Dessa forma foi possível mapear que o ensino de genética utilizando a reconstrução de Experimento Histórico apresenta grandes potencialidades, além disso essa estratégia de ensino tende a auxiliar um pensamento reflexivo nos sujeitos, bem como a capacidade argumentativa, partindo de situações vivenciadas por eles.

Contudo, podemos perceber que Mendel entra para a história como uma figura fundamental para o ensino de genética. Suas descobertas ganharam aceitação e se tornaram imprescindíveis para a compreensão sobre Hereditariedade, assim como suas leis servem de embasamento e fundamentação para esse estudo. A partir de sua obra, bem como a reconstrução do seu experimento, o ensino de genética teve um outro olhar pelos alunos da escola Jerônimo Mércio da Silveira.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A proposta dessa dissertação cujo objetivo foi verificar as contribuições didático-pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem da temática Genética e Hereditariedade a partir de atividades lúdicas e da reconstrução do Experimento Histórico de Gregor Mendel com as ervilhas, se apresentou como uma alternativa de ensino, visto que esse estudo possibilitou o compartilhamento de saberes, dúvidas e expectativas.

Ao discutirmos sobre a História da Ciência na sala de aula, verificou-se que a abordagem de práticas e procedimentos da investigação científica a partir da utilização de uma sequência de atividades contribuiu como complemento didático, visto que a aplicação de atividades experimentais foi recebida pelos estudantes com entusiasmo e dedicação.

A realização do cruzamento genético entre as variedades de ervilhas *Pisum sativum*, foi um dos momentos mais aguardados pelos estudantes. A proposta demonstrou que eles compreenderam e apropriaram-se de termos e expressões científicas como tentativa de explicar suas proposições. Esse processo está

documentado nos diários de bordo construídos por eles, a partir de frases, pequenos textos e representações artísticas.

A teoria de Humberto Maturana e a Biologia do conhecer ou Biologia do amor se aproximaram da proposta visto que através do “amor”, somado as experiências de vida no cuidado com os elementos vivos (ervilhas), se fizeram presente em todos os momentos da construção e reconstrução do experimento.

Como resultado temos a produção do *E-book*, que apresenta sugestões de atividades para auxiliar os professores a trabalharem a temática.

## REFERÊNCIAS

ALEGRO, R.C *et al.* **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**, 2008.

ALLCHIN, D. **Appreciating classic experiments**. In: SHOFIELD, Carolyn (ed.) 2004-2005 Professional Development for Ap Biology. New York: College Entrance Examination Board, 2004<sup>a</sup>.

ALMEIDA, G.P de. **Transposição didática: por onde começar**. São Paulo: Cortez, 2007.

AMORETTI, M. S. M. Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceitos mapas conceituais: experiência em educação a distância. **Informática na educação: teoria e prática**, v. 4, n. 2, p. 49-55, 2001.

ANDRADE, A.F *et al.* A contribuição do desenho de observação no processo de ensino-aprendizagem. In: **XVIII Simpósio Nacional de Geometria e Desenho Técnico e VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**. 2007.

ATAIDE, M.C.E.S; SILVA, B.V.C. **As metodologias no ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência**. HOLOS, v. 4, n. 27, jun./set., 2011.

AZEVEDO, M. C. P. S. *et al.* Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: **Pioneira Thomson Learning**, v. 3, p. 19-33, 2004.

BARROS, G.D *et al.* Formação inicial de professores de Ciências: proposta de disciplina sobre recursos didáticos para o ensino de genética. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

BARDIN, L. (2016). **Análise de Conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 2. ed. Capítulo II, Seção I, III, IV, 1997, p.19.

BRANDÃO, C.R (1998). Participar-pesquisar. In: Brandão. C.R(org). **Repensando a pesquisa participante**. 3ed. São Paulo, SP:Brasiliens.

BELTRAN, M.H.R. História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X ENPEC**, p. 1-8, 2015.

BIANCONI, M.L.; CARUSO, F. Educação não-formal. **Ciência e Cultura**, v.57, n.4 São Paulo Oct./Dec. 2005.

BORGES, T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p.9-31, dez. 2002.

CAMPOS, I. M. I.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. UNESP – SP, 2008.

CALEFI, P. S.; REIS, M. J. F.; REZENDE, F. C. Atividade Experimental Investigativa na Formação Inicial de Professores de Química: ferramenta para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–X ENPEC-Águas de Lindóia, São Paulo–24 a**, v. 27, 2015.

CATARINACHO, R. L. **O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula**. São Paulo, 2011, 32 p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

CARVALHO, A. M. P. de. In: \_\_\_\_\_ (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. P. 7- 20.

CHANG, H. How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. **Science & Education**, v.20, p. 317–341, 2011.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

CHEVALLARD, Y., & Bosch, M. (2014). **Didactic transposition in mathematics education**. In S. Lerman(Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*, Springer Science Business Media Dordrecht. [https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8\\_48](https://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_48).

COELHO, A. E de F.; MALHEIRO, JM da S. O Pedagogo e o Ensino de Ciências: uma análise a partir da prática pedagógica dos professores em processo de Formação Inicial. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, p. 1-8, 2015.

COSTA, V. C. I. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). **Revista Távola Online**. Ed.5- 3, 2011.

CAVICCHI, E. M. Historical experiments in students' hands: unfragmenting Science through action and history. **Science & Education**, v. 17, n. 7, p. 717-749, 2008.

CIRNE, A.D.P.P. **Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio

Grande do Norte.

DA COSTA, M. *et al.* **Pesquisas nacionais a respeito de experimentos históricos: uma revisão de literatura**, 2019.

DA SILVA, L.H.B; DA SILVA, E.L. **Análise do grau de investigação em aulas experimentais apresentadas em relatos de experiências na Química Nova na Escola**. 2019.

DA SILVA TRAZZI, P.S et al. **Análise do Potencial Pedagógico da Exposição Revolução Genômica como espaço não formal de ensino de biologia**, 2013.

DA SILVA TELES, V.; DE SOUZA, J.S; DIAS, E.S. O lúdico no ensino de genética: proposição e aplicação de jogo didático como estratégia para o ensino da 1ª lei de Mendel. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 311-333, 2020.

D'AMBROSIO, M. NETO, J. M. **Ensino de Ciências com alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental por meio de atividades experimentais investigativas e abertas. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.

DE BODAS, F.R.L; DE AFFONSECA JARDIM, M.I; ERROBIDART, N.C.G. **Proposta de material didático para contextualização histórica de fontes luminosas e tecnologias de iluminação**. Proposal of didactic material for historical contextualization of light sources and lighting. **SILVA**, p. 15, 2010.

DE FÁTIMA VESTENA, R. SEPEL, L.M.N; LORETO, É.L.S **Os heredogramas familiares no estudo da hereditariedade e do contexto histórico e sociocultural dos estudantes**, 2013.

DE ARAÚJO, V.C; FERREIRA, R.V.J. o lugar da observação e do registro na avaliação das crianças da educação infantil: entre espaços de uma prática pedagógica. **Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, v. 13, n. 1, 2011.

DE MELLO FORATO, T. C; DA SILVA, A. P. B. **Temperatura e Teorias sobre a Natureza do Calor: Um Projeto de Aplicação da História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física**, 2011.

DE MELO MOUL, R.A.T; DA SILVA, F. C. L. **O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora**, (2015).

DE SOUZA MIRANDA, M. et al. **Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor** (2013).

DENNISON, R. **Usando o trabalho experimental de Darwin para Ensinar Ciências da Natureza**. The American Biology Teacher, vol 55, n.1 (1993), p.50-52.

DOMINGUINI, L. A transposição didática como intermediadora entre o conhecimento

científico e o conhecimento escolar. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 7, n. 2, 2008.

EDWARDS, Betty. **Desenhando com o lado direito do cérebro**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

FERNANDES, H. L. Um naturalista na sala de aula. **Ciência & Ensino**. Campinas, v. 5. 1998.

FERREIRA, K.E *et al.* Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região metropolitana de Belo Horizonte–MG. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X**, p. 1-8, 2015.

FLECK, L. **A gênese e o desenvolvimento de um fato científico**. Madri: Alianza Editorial (1986).

FRANZOLIN, F. BIZZO, N. Conhecimentos básicos de Genética nos livros didáticos e na literatura de referência: Aproximações e Distanciamentos. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, p. 1-8

FRANZOLIN, F. *et al.* **Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: Transposição didática**. 2020.

FREIRE, P. Comunicação ou extensão. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, v. 19, n. 2, p. 93, 1983.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2009.

GIL, NA. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRIFFITHS, A.J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. **Introdução a Genética**. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 21-29.

GOLDBACH, T. BEDOR, P. Estão os livros didáticos de Biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 01-12, 2011.

GOLDBACH, T. *et al.* **Desafios relativos a construção de abordagens integradoras e atualizadoras para a Genética escolar**, 2015.

GUERRA, L. *et al.* Análise de uma tarefa de construção de diagramas sobre o tema meiose realizada por estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

HECKLER, V.; GALIAZZI, M. do C. Indagação online na experimentação em ciências. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 405-412, 2017.



HEERING, P. Analysing unsuccessful experiments and instruments with the replication method. **Éndoxa**, n. 19, p. 315–40, 2005.

HEERING, P. WITTJE, R. **Learning by doing. Experiments and instruments in the History of Science Teaching**. Franz Steiner Verlag. (elibrary), 2011. Disponível em <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515100151>.

HERMANN, F.B. **os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista genética na escola**. 2017.

HÖTTECKE, D. Wow and what can we learn from replicating historical experiments? a case study. **Science & Education**, 9, p.343-362, 2000.

JARDIM, W.T; GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2003. (Série Prática Pedagógica)

KIPNIS, N. The 'historical-investigative' approach to teaching science. **Science & Education**, v.5, n.3, 277292, 1996.

LOVATO, F.L *et al.* Na trilha dos genes: uma proposta de jogo didático para o ensino de Genética. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 16, n. 2, p. 5-30, 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MATURANA, H. Uma abordagem da educação atual na perspectiva da biologia do conhecimento. In: MATURANA, H. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998. p. 11-35.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2001.

MATURANA, H.R.; VARELA, F. **A árvore conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. Campinas, SP: Psy II, 1995.

MATURANA, H. VARELA, F. **A árvore conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MATURANA, H.; NISIS, S. **Formação humana e capacitação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MATURANA, H. **De máquinas e seres vivos: autopoiese - a organização do vivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, R. de A. A História das Ciências e seus Usos na Educação. In: SILVA, C. C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006, introdução, p. xvii – xxx

MENEZES, M. B. DE. (2004). **Investigando o processo de transposição didática interna: o caso dos quadriláteros**. Dissertação (Mestrado em educação). Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Recife, Brasil.

MONTALVÃO NETO, A.L; MIGUEL, K.; GIRALDI, P.M. Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, p. 01-08, 2015.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, 2017.

MOREIRA, M. A. A epistemologia de Maturana. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, p. 597-606, 2004.

MOTTA, C.S *et al.* Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável. In: GALIAZZI, Maria do Carmo *et al* (Org.). **Indagações dialógicas com Gordon Wells**. 37. ed. Rio Grande: Editora da FURG, 2016. Cap. 3. p. 91-100.

MOURA, J. *et al.* 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.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II, Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (Org.). PG: Foca Foto PROEX/UEPG, 2015.

MOTTA, C. S *et al.* Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, p. 1-8, 2013.

NEVES, K.C.R; DE OLIVEIRA BARROS, R.M. A transposição didática no brasil: convergências e divergências em trabalhos acadêmicos. **Anais do Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 3, n. 1, 2009.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. Canoas, v.12, n.1, p. 139- 153, Jan. /jun. 2010.

OLIVEIRA, T.B de; SILVA, C.S.F da; ZANETTI, J. de C. Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010). **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 1-12, 2011.

OLIVEIRA, J.K *et al.* Controvérsias científicas e ensino de genética: análise da argumentação em um júri simulado. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

PEDREIRA, M.M OLIVEIRA, S.F De; GUIMARÃES, MNK. Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de Ensino Superior. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–X ENPEC, Disponível em:< [www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0722-1.PDF](http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0722-1.PDF)>, acesso em**, v. 3, 2015.

PEREIRA, R.F.; FUSINATO, P.A.; NEVES, M.C.D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. In: VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Caderno de Resumos VII ENPEC. Florianópolis: Gráfica Floriprint, 2009. p. 1-500.

PEREIRA, F.P. O ensino de genética na educação básica: revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

PEREIRA, R.A.S . **Experiência a partir da construção de maquetes e painéis como recursos didáticos no ensino de geografia**. Anais II CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/16028>>. Acesso em: 14/08/2023 09:04.

PIETROCOLA, M. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina**, v. 13, p. 14, 2006.

PINHEIRO, MAC; ODA, W. Y. As dificuldades e potencialidades no Ensino de Genética em salas com Estudantes Surdos. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

PINHO ALVES, J. **Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17. n. 2, p. 174-188, ago. 2000.

PORLÁN, R; MARTÍN, J. **El diario del profesor**. Sevilla: Díada Editora, 1997.

PROCHAZKA, L. de S; FRANZOLIN, F. A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 111-124, 2018.

REGINALDO, C. C; SHEID, N. J; GÜLLICH, R. I. C. O ensino de ciências e a experimentação. **Anaped Sul: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, Giruá**, p. 1-13, 2012.

RESENDE, T. A.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. **A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética**. 2011.

RIBEIRO JR. *et al.* Simulação de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Uma Abordagem Computacional das Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

RIOS, K.B.O *et al.* **Investigação De Princípios De Design Para Sequência Didática Sobre Os Mecanismos De Transmissão De Características Hereditárias Monogênicas Autossômicas**, 2015.

ROSA, I.S.C; ALMEIDA, R.O.D. O diálogo intercultural no contexto do ensino de genética: uma revisão das experiências didáticas publicadas no ENPEC. **Encontro Nacional em Pesquisas e Educação em Ciências, XII**, 2019.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS, P. M. *et al.* A experimentação no ensino de ciências em ambientes não formais de educação: alternativas para a educação básica. **Anais... XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC**, 2017.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de Genética. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.

SEPEL, L.M.N *et al.* **História da ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de docentes**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria

SILVA, R.R da; MACHADO, P.F; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar: Santos, Wildson; Maldaner, Otávio. Ensino de Química em foco**. Ijuí. Editora UNIJUI, 2011.

SILVA, A.P.B *et al.* O caso das três pilhas: reconstruindo aparatos históricos para ensinar e aprender física. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, p. 192-204, 2021.

SILVA, C. C. da *et al.* Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **Educação Temática Digital**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 718-737, 26 jun. 2019. Universidade Estadual de Campinas.  
<http://dx.doi.org/10.20396/etd.v21i3.8651972>. Disponível em:  
<https://doi.org/10.20396/etd.v21i3.8651972>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SILVÉRIO, L.E.R; MAESTRELLI, S.R.P. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. **Encontro regional Sul de Ensino de Biologia**, v. 5, p. 01-08, 2011.

SMITH, K.A. **Experimentação nas Aulas de Ciências**. In: CARVALHO, A.M.P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.R.; REY, R.C. Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico. 1. ed. São Paulo: Editora Scipione. 1998. p. 22-23.

SILVÉRIO, L.E.R; MAESTRELLI, S.R.P. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. **Encontro regional Sul de Ensino de Biologia**, v. 5, p. 01-08, 2011.

SOUSA, H. J. M. De. **Atividades práticas no ensino de biologia: fortalecendo o processo ensino-aprendizagem**. Anais I CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2014. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/6955>>. Acesso em: 06/07/2023 09:48.

SOUZA, R.W.L. **Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia**. REB, vol.7, 124- 142, 2014.

TARTUCE, T.J.A, **Métodos de Pesquisa**. Fortaleza: UNICE- Ensino Superior, 2006.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012.

WEBER, L. GRISCI, C. L. I (2013). **Conexões entre trabalhadores: alternativas para além do discurso homogêneo de grupos e equipes**. Organizações & Sociedade, 20(65),207-224. Doi:10.1590/S1984-92302013000200002.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. São Paulo: Ática, 2009.

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

ZARTH, T. O Diário De Bordo No Ensino De Ciências Da Natureza. **Salão do Conhecimento**, 2017.

## APÊNDICES

### APRÊNDICE A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

#### Autorização para uso de Imagem e Questionário

**Título do projeto:** Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel para uma proposta de ensino e aprendizagem em Ciências .

**Pesquisadora responsável:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

Orientadora: Prof. Dra. Caroline Wagner

**Instituição:** Universidade Federal do Pampa – Unipampa

Telefone celular da pesquisadora para contato: (53) 997104025

Eu, Paula Vasconcellos da Silva Viéga, mestranda no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, venho, por meio deste termo, solicitar seu consentimento e sua autorização para a utilização das informações fornecidas nos questionários e nas gravações de vídeo do aluno de sua responsabilidade para o desenvolvimento do Projeto denominado **Reconstrução do Experimento Histórico de Mendel para uma proposta de ensino e aprendizagem em Ciências** a realizar-se na Escola Estadual Jerônimo Mércio da Silveira, na disciplina de Ciências. As informações do questionário serão utilizadas, se autorizadas, sendo preservado o anonimato em todos os dados que venha a ser utilizados no trabalho.

Autorizo

Não Autorizo

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito ou responsável: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Pesquisador Responsável

Local e data \_\_\_\_\_

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/Unipampa – Campus Uruguaiana – BR 472, Km 592, Prédio Administrativo – Sala 23, CEP: 97500-970, Uruguaiana – RS. Telefones: (55) 3911 0200 – Ramal: 2289, (55) 3911 0202. E-mail: [cep@unipampa.edu.br](mailto:cep@unipampa.edu.br)

## APÊNDICE B- Roteiro das Atividades desenvolvidas

### Plano de Aula -01

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 1ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

#### **Habilidades da BNCC:**

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

#### **Objetivos:**

Apresentar a proposta a ser desenvolvida;

Realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, utilizando a criação de uma nuvem de palavras;

Discutir sobre as ideias de Gregor Mendel (vida e obra);

Realizar a semeadura das ervilhas.

#### **Desenvolvimento da aula:**

Será apresentado aos alunos a proposta a ser desenvolvida, a partir dos termos Genética e Hereditariedade. Será realizado a avaliação sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação a temática, através da construção de uma nuvem de palavras, utilizando o aplicativo Tagul.

Após alunos irão assistir um documentário produzido pelo *National Geographic* disponibilizado no *youtube*, que tem por título “ Mendel e as ervilhas”, obra que conta sobre a vida, observação e experimentos de Gregor Mendel.

Link do vídeo utilizado: <https://youtu.be/3jgl6f9ZSC4>. Para finalizar os estudantes serão conduzidos para a área externa da sala de aula com o propósito de semear as sementes de ervilha.

#### **Avaliação:**

A avaliação será procedida conforme a participação dos alunos em aula, e os questionamentos feitos durante a explanação do conteúdo.

## Plano de Aula -02

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 2ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

### **Habilidades da BNCC:**

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

### **Objetivos:**

Observar as características estudadas por Gregor Mendel;

Construir um Diário de Bordo (DB);

Acompanhar o crescimento e desenvolvimento das ervilhas.

### **Desenvolvimento da aula:**

Será construído pelos estudantes um mural com as características estudadas e observadas por Mendel. Esse material tem o objetivo de auxiliar os estudantes durante as aulas. Para isso serão necessários materiais de artes, incluindo T.N.T e/ou papel pardo, tenaz, tinta, giz de cera, lápis de cor, canetas coloridas, entre outros.

As observações feitas pelos estudantes quanto ao crescimento, diferenciação e características específicas de cada planta serão registradas em seus diários de bordo.

### **Avaliação:**

A avaliação será procedida conforme a participação dos alunos em aula, e os questionamentos feitos durante a explanação do conteúdo.



### Plano de Aula -03

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 3ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

#### **Habilidades da BNCC:**

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

#### **Objetivos:**

Aprender com o jogo didático Bingo das ervilhas;

Acompanhar o crescimento e desenvolvimento das ervilhas.

#### **Desenvolvimento da aula:**

A aula será realizada com base no Jogo didático Bingo das ervilhas, que permite que os alunos se familiarizem com o Quadro de *Punnet* e os cruzamentos mendelianos. Este jogo foi criado por um grupo de alunos do curso de Licenciatura, e está disponível na internet para que outros professores e alunos possam utilizar.

Link do jogo: <https://experimentoteca.com.br/jogo-bingo-das-ervilhas/>

O jogo aborda de maneira criativa e Lúdica a compreensão dos conceitos sobre Genética e pode ser utilizado nas aulas para complementar o estudo sobre a Primeira e Segunda Lei de Mendel.

Após os alunos deverão escrever e/ou desenhar em seus diários, sobre o crescimento e desenvolvimento das ervilhas, observando o florescimento, o nascimento das vagens e todas características que julgarem pertinentes.

#### **Avaliação:**

A avaliação será procedida conforme a participação dos alunos em aula, e os questionamentos feitos durante a explanação do conteúdo.

## Plano de Aula -04

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 4ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

### Habilidades da BNCC:

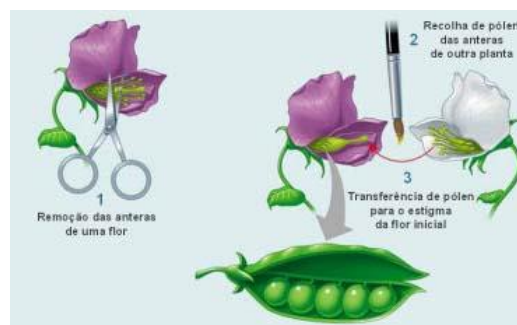
(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre Hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

### Objetivos:

Reconstruir o experimento histórico de Mendel- Polinização cruzada

### Desenvolvimento da aula:

Para a reconstrução do experimento de Mendel através da Polinização cruzada, é necessário que os alunos tenham conhecimento sobre as partes que compõem uma flor e seus órgãos reprodutivos. A reconstrução poderá ser realizada em canteiros e/ou vasos de planta (dependendo de onde as espécies se encontram). A polinização cruzada ocorre quando são removidos os estames de uma ervilha e realizada a transferência do pólen (contendo anterozóide), a partir dos estames da flor, para o carpelo, contendo os óvulos da outra flor. Com o carpelo polinizado, é necessário aguardar a maturação da vagem e semear as sementes plantadas a partir da vagem.



Fonte: <https://notapositiva.com/patrimonio-genetico/#>

### Avaliação:

A avaliação será procedida conforme a participação dos alunos em aula, e os questionamentos feitos durante a explanação do conteúdo.

## Plano de Aula -05

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 5ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

### **Habilidades da BNCC:**

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

### **Objetivos:**

Observar os conhecimentos obtidos ao longo dos encontros, através do jogo didático Segundo Mendel.

### **Desenvolvimento da aula e Avaliação:**

O jogo didático Segundo Mendel aborda sobre a vida e obra de Gregor Mendel, permitindo que os alunos possam transitar entre a Primeira e Segunda Lei de Mendel com a parte teórica, curiosidades sobre as Leis e prática com exercícios. Esse jogo funciona apenas em aparelhos celulares *android* e iOS e precisa ser realizado o download para sua execução.

Link do jogo: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.test.segundomendel>

O jogo didático conta com testes que apresentam conceitos sobre alelos dominantes e recessivos, bem como suas proporções (fenótipos e genótipos).

## Plano de Aula -06

**Professora:** Paula Vasconcellos da Silva Viéga

**Data:** 6ª semana

**Conteúdo:** Hereditariedade- Conceitos e Características.

### **Habilidades da BNCC:**

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

### **Objetivos:**

Avaliar os registros escritos e artísticos sobre a construção do diário de bordo (DB) e aplicação do questionário final (Apêndice C).

### **Desenvolvimento da aula:**

Os alunos responderão a um questionário final, disponibilizado no apêndice C, sobre o processo de reconstrução do Experimento de Mendel. Para isso, poderão consultar seus diários de bordo.

### **Avaliação:**

A avaliação será procedida conforme a participação dos alunos em aula, os questionamentos feitos durante a explanação do conteúdo e as respostas obtidas através do questionário final.

**APÊNDICE C- Questionário**

1. Você já estudou o experimento sobre ervilhas desenvolvido pelo monge Gregory Mendel. Você recorda como foram feitos esses experimentos? Explique brevemente.

---

---

---

2. Comente sobre o crescimento e desenvolvimento das variedades de ervilhas, plantadas na escola, identificando suas semelhanças e diferenças. Você poderá consultar seu diário de bordo para auxiliar na atividade.

---

---

---

3. Se você fizesse o cruzamento entre ervilhas com flores brancas puras e ervilhas com flores roxas puras o que você esperaria encontrar na F1?

---

---

- Faça o desenho representativos dos alelos para a geração parental e para a F1, mostrando os alelos dominantes e os alelos recessivos.

