



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM COM
HEREDOGRAMAS**

Passo Fundo

2024

Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM COM
HEREDOGRAMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo integrante do Projeto de Cooperação entre Instituições (PCI), entre a Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia, sob a orientação da Professora Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2024

CIP – Catalogação na Publicação

N244p Nascimento Neta, Francisca das Chagas Pereira
Pensamento computacional no ensino fundamental
[recurso eletrônico] : uma abordagem com heredogramas /
Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta. – 2024.
27 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli. Dissertação
(Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2024.

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Ensino fundamental.
3. Aprendizagem. 4. Genética. I. Locatelli, Aline,
orientadora. II. Título.

CDU: 372.85

Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta

Pensamento computacional no Ensino Fundamental: uma
abordagem com heredogramas

A banca examinadora APROVA em 14 de fevereiro de 2024, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas Educativas em Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Aline Locatelli - Orientadora
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Marlise Geller
Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

Dr. Marco Antônio Sandini Trentin
Universidade de Passo Fundo - UPF

AGRADECIMENTOS

Dedico este espaço para expressar meu reconhecimento a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, minha gratidão a Deus, cuja força foi essencial para superar os obstáculos enfrentados ao longo deste percurso.

Dirijo um agradecimento especial às minhas filhas, Débora e Rhávila. Mesmo pequenas, forneceram-me um apoio inestimável, reforçando minha determinação neste caminho de desenvolvimento profissional.

Aos meus pais, Farildes e Conceição, expresso minha imensa gratidão. A presença e o apoio de ambos foram fundamentais, marcando não apenas a fase do mestrado, mas toda a minha trajetória educacional.

Aos meus irmãos, agradeço pelo apoio constante e pela inspiração que sempre representaram para mim, independentemente da distância.

Minha sincera gratidão às minhas amigas, Vanuza, Kelly e Márcia, com quem compartilho valiosos momentos na clínica de terapias. O apoio e incentivo de vocês foram fundamentais na minha jornada de escrita e realização do mestrado, oferecendo-me encorajamento e força em cada passo do caminho.

À minha orientadora, Dra. Aline Locatelli, estendo meu agradecimento por sua dedicação, assertividade e orientações pertinentes. Sua habilidade em equilibrar motivação e empatia com uma orientação firme foi decisiva nesta jornada.

À banca examinadora, Dra. Marlise Geller e Dr. Marco Antônio Trentin, agradeço pela leitura detalhada e pelas sugestões construtivas que enriqueceram significativamente este trabalho.

Aos professores do PPGECEM da UPF, com a frase de Isaac Newton, expresso minha gratidão: “Se enxerguei mais longe, foi por estar apoiada nos ombros de gigantes”. Agradeço pelas contribuições significativas à minha formação e à dos demais mestrandos de Rondônia.

Aos amigos que fiz durante o mestrado – Helilciane, Francieli, Flávio, Rosilene, Leila e Paula – agradeço por suas amizades e apoio, fundamentais nesta fase da minha vida.

À minha grande amiga desde os tempos de graduação, e agora também no mestrado, Geane Lima, minha gratidão por sua presença constante e apoio incansável.

Ao Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) de Porto Velho, e em especial à Mariléia Simoa, agradeço por sempre me incluir em formações, cursos e treinamentos.

Expresso meu profundo agradecimento à equipe da Escola Tancredo Neves, aos estimados alunos, ao pessoal de apoio e a todo o corpo docente, local onde a pesquisa ganhou vida. É um grande orgulho fazer parte desta instituição. Um reconhecimento especial é devido à Vice-Diretora Lidiane Silva, à Supervisora Graça de Fátima, à Orientadora Rose Jovino e à Professora Suzana Helena, cujas ajudas foram indispensáveis para o êxito do estudo.

Agradeço ao Governo do Estado de Rondônia e à Secretaria Estadual de Educação pelo financiamento do curso, e à Faculdade Católica de Rondônia pela parceria com a SEDUC/RO e a UPF no âmbito do Projeto de Cooperação Interinstitucional (PCI).

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, tiveram um papel na concretização desta etapa da minha vida, meu sincero obrigada.

“Não há nada como um sonho para criar um futuro”.
Vitor Hugo

RESUMO

Esta pesquisa se concentra nos desafios associados ao ensino de genética no contexto do ensino fundamental e destaca o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio do estudo de heredogramas. Considerando a percepção comum da complexidade abstrata dos heredogramas pelos alunos, este trabalho investiga como a implementação de uma sequência didática com atividades da Computação Desplugada pode aprimorar a compreensão e despertar o interesse pelo aprendizado desta temática, promovendo o desenvolvimento do Pensamento Computacional em Ciências. A pesquisa, realizada em uma escola estadual em Porto Velho/RO com 24 alunos do 9º ano, adotou uma metodologia qualitativa descritiva. As atividades da Computação Desplugada, alinhadas aos Três Momentos Pedagógicos, visaram a facilitar a compreensão dos conceitos genéticos e a aplicação de técnicas de análise de heredogramas, refletindo sobre os desafios e as potencialidades dessa estratégia pedagógica inovadora. Os resultados revelaram um aumento significativo na participação ativa dos alunos e no fortalecimento de habilidades computacionais fundamentais como decomposição, abstração e reconhecimento de padrões. Estes achados demonstram a eficácia da sequência didática em ensinar heredogramas, e em desenvolver o Pensamento Computacional, contribuindo para um ensino de Ciências mais integral e engajante. Avaliando a experiência educacional fornecida, o estudo atingiu seus objetivos específicos: proporcionou um discurso aprofundado sobre os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ciências, refletiu criticamente sobre a Computação Desplugada, desenvolveu atividades que auxiliaram no entendimento dos heredogramas e elaborou um produto educacional relevante para professores de Ciências. A intervenção didática ocorreu em cinco encontros no mês de outubro de 2023, totalizando dez períodos de 48 minutos cada, proporcionando uma experiência de aprendizagem abrangente. Os estudantes desenvolveram habilidades de colaboração, comunicação, responsabilidade e empatia, juntamente com uma compreensão conceitual ampliada. O produto educacional oriundo desta pesquisa, uma sequência didática planejada e destinada aos professores de Ciências, particularmente para uso no 9º ano dos anos finais do ensino fundamental e em anos escolares subsequentes onde a genética é tema de estudo, está disponível livremente para a comunidade educacional no portal EduCapes, no link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742924>, e na página do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, com potencial para contribuir para a inovação pedagógica e a promoção continuada do Pensamento Computacional.

Palavras-chave: Ciências. Genética. Habilidades. Competências. Computação Desplugada. Anos finais.

ABSTRACT

This research focuses on the challenges associated with teaching genetics in the context of elementary school and highlights the development of Computational Thinking through the heredograms study. Considering the common perception of the abstract complexity of heredograms by students, this work investigates how the implementation of a didactic sequence with Unplugged Computing activities can improve understanding and awaken interest in learning this topic, promoting the development of Computational Thinking in Science. The research, carried out in a state school in Porto Velho/RO with 24 9th grade students, adopted a descriptive qualitative methodology. The Unplugged Computing activities, aligned with the Three Pedagogical Moments, aimed to facilitate the understanding of genetic concepts and the application of heredograms analysis techniques, reflecting on the challenges and potential of this innovative pedagogical strategy. The results revealed a significant increase in active student participation and the strengthening of fundamental computational skills such as decomposition, abstraction and pattern recognition. These findings demonstrate the effectiveness of the didactic sequence in teaching heredograms, and in developing Computational Thinking, contributing to more comprehensive and engaging Science teaching. Evaluating the educational experience provided, the study achieved its specific objectives: it provided an in-depth discourse on the Three Pedagogical Moments in Science teaching, critically reflected on Unplugged Computing, developed activities that helped in understanding heredograms and created a relevant educational product for teachers of Sciences. The didactic intervention took place in five meetings in October 2023, totaling ten periods of 48 minutes each, providing a comprehensive learning experience. Students developed collaboration, communication, responsibility and empathy skills, along with expanded conceptual understanding. The educational product arising from this research, a didactic sequence planned and intended for Science teachers, particularly for use in the 9th year of the final years of elementary school and in subsequent school years where genetics is a topic of study, is freely available to the educational community on the EduCapes portal, at link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742924>, and on the page of the Postgraduate Program in Science and Mathematics Teaching at the University of Passo Fundo, with the potential to contribute to pedagogical innovation and the continued promotion of Computational Thinking.

Keywords: Sciences. Genetics. Skills. Competencies. Unplugged Computing. Final years.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os quatros pilares do PC.....	23
Figura 2 - Similaridade entre raças de cachorros (reconhecimento de padrões).....	27
Figura 3 - Sugestões de inserção de elementos de pensamento computacional no ensino de Ciências.....	46
Figura 4 - Entrada principal da escola Tancredo Neves.....	55
Figura 5 - Visão panorâmica interna da escola Tancredo Neves (Lócus da pesquisa) ...	56
Figura 6 - Capa do produto educacional – sequência didática	57
Figura 7 - Registros fotográficos do primeiro encontro	62
Figura 8 - Screenshot da reportagem 1 trabalhada no primeiro momento pedagógico...63	
Figura 9 - Recorte da reportagem 2 trabalhada no primeiro momento pedagógico	65
Figura 10 - Fotografia do segundo momento	66
Figura 11 - Apresentação de slides sobre o albinismo	67
Figura 12 - Registro da exposição do conteúdo pela professora	67
Figura 13 - Screenshot dos slides sobre heredogramas usados	69
Figura 14 - Material utilizado na atividade individual Tetris	70
Figura 15 - Alunos participando da atividade didática do Tetris	71
Figura 16 - Alunas em momentos de reflexão e identificação na atividade de heredogramas.....	73
Figura 17 - Atividade da família “Anime Lovers”	75
Figura 18 - Alunos durante a atividade de montagem do heredograma da família “Anime Lovers”	76
Figura 19 - Heredograma da família “Anime Lovers” montado por um aluno.....	77
Figura 20 - Outro exemplo de heredograma da família “Anime Lovers” montado por um aluno	77
Figura 21 - Resposta de um aluno à questão D	78
Figura 22 - Resposta de uma aluna à questão D.....	79
Figura 23 - Decodificando a Sequência Genética	81
Figura 24 - Alunos decifrando as sequências genéticas durante a atividade.....	82
Figura 25 - Respostas à atividade “Decodificando a Sequência Genética”	83
Figura 26 - Alunos no laboratório de informática da escola – lócus da pesquisa	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Preferências dos alunos sobre aspectos da atividade didática Tetris	86
Gráfico 2 - Maiores desafios enfrentados pelos alunos na atividade didática.....	87
Gráfico 3 - Aspectos mais motivadores ou envolventes da atividade	88
Gráfico 4 - Estratégias utilizadas pelos alunos na atividade didática.....	89
Gráfico 5 - Estratégias utilizadas pelos alunos na atividade didática.....	91
Gráfico 6 - Respostas à pergunta sobre recordação das aulas	95
Gráfico 7 - Impacto da montagem do heredograma “Anime Lovers”	96
Gráfico 8 - Estratégias utilizadas na construção de heredogramas	96
Gráfico 9 - Estratégias de memorização no montar do heredograma.....	99
Gráfico 10 - Respostas dos alunos na atividade de “Decodificação Genética”	101
Gráfico 11 - Sugestões dos alunos para enriquecer a atividade didática.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os Três Momentos Pedagógicos	39
Quadro 2 - Relação entre as competências gerais da educação básica e o ensino de heredogramas no 9º ano	42
Quadro 3 - Estudos relacionados	49
Quadro 4 - Cronograma de aplicação da sequência didática.....	58
Quadro 5 - Sugestões para futuras atividades didáticas	92
Quadro 6 - Percepção dos alunos sobre a dificuldade da atividade Tetris	92
Quadro 7 - Mecanismos ou estratégias utilizados para relacionar os conceitos e símbolos às peças do Tetris	93
Quadro 8 - Habilidades desenvolvidas ou aprimoradas na atividade Tetris.....	94
Quadro 9 - Percepção dos alunos sobre o tempo gasto para resolver as questões e montar o heredograma	99
Quadro 10 - Colaboração na realização da atividade	100
Quadro 11 - Criações dos alunos sobre genética e albinismo	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	APORTE TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS.....	17
2.1	O Pensamento Computacional.....	17
2.2	Os Pilares do Pensamento Computacional	24
2.3	A Computação Desplugada	29
2.4	Os Três Momentos Pedagógicos	36
2.5	O Ensino de hereditariedade no ensino fundamental	40
<i>2.5.1</i>	<i>Intersecção do PC com o Ensino de Ciências</i>	<i>45</i>
2.6	Estudos relacionados	49
3	O PRODUTO EDUCACIONAL	55
3.1	Lócus da prática e público-alvo	55
3.2	A Sequência didática elaborada	57
4	A PESQUISA	59
4.1	Natureza da pesquisa e instrumentos de produção de dados	59
4.2	Narrativa dos encontros e a discussão dos resultados	60
<i>4.2.1</i>	<i>Primeiro Momento.....</i>	<i>61</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Segundo Momento</i>	<i>66</i>
<i>4.2.3</i>	<i>Terceiro Momento</i>	<i>104</i>
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
	REFERÊNCIAS	113
	ANEXO A - Autorização da Escola	119
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	120
	APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	121

1 INTRODUÇÃO

Durante minha trajetória acadêmica e profissional, tive o privilégio de ser selecionada como bolsista do programa ‘Bolsa Jovem Talento’ em 2006, uma iniciativa que visava incentivar o desenvolvimento educacional e possibilitar a formação em nível superior para alunos da 3ª série do ensino médio de escolas públicas de Porto Velho. Essa experiência, ainda no início de minha formação, reforçou meu compromisso e paixão pelo universo educacional.

Ao começar a lecionar para o 9º ano em 2012, percebi a essência de criar ambientes de ensino que favorecessem um aprendizado autêntico e cativante. Lecionar genética me mostrou a necessidade de abordagens didáticas mais envolvente, especialmente para temas frequentemente vistos como abstratos ou desafiadores pelos alunos.

Esse interesse específico pelos heredogramas¹ foi instigado durante minha graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade Interamericana de Porto Velho (UNIRON) em 2009. Durante o estágio supervisionado, pude observar o receio de muitos estagiários em relação à genética. Esse panorama despertou em mim uma vontade crescente de explorar o tema de maneiras inovadoras e mais acessíveis.

O ingresso no serviço público em 2012 marcou uma fase significativa, primeiramente na Secretaria Municipal de Educação e, em 2014, na rede estadual de Rondônia. Lecionando na escola onde esta pesquisa foi desenvolvida, comecei a perceber mais claramente as lacunas na abordagem didática tradicional, sobretudo quando se tratava de temas complexos como a Genética.

Em 2022, minha dedicação à integração tecnológica na educação foi consolidada com a participação na “V Mostra Anual Regional de Tecnologia Educacional”. Com um foco em “CULTURA DIGITAL: Tecnologia como ferramenta para aprimorar o ensino e aprendizagem”, este evento permitiu-me aprofundar ainda mais nas possibilidades das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC’s) como ferramentas educacionais transformadoras.

A experiência na Mostra de Tecnologia Educacional foi seguida por minha envolvente participação no lançamento do Plano Estadual de Inovação e Tecnologia Educacional (PEITE) em 2023. Este plano, alinhado às diretrizes do MEC, representou o ápice da minha crescente

¹ Diagramas utilizados em genética para representar as relações familiares e mostrar a ocorrência de determinadas características ou doenças genéticas ao longo das gerações. É uma ferramenta essencial para entender a herança genética, permitindo visualizar padrões de transmissão e prever riscos genéticos (Snustad; Simmons, 2017).

integração no mundo digital educacional, reafirmando minha convicção sobre o poder transformador da tecnologia na educação.

A união entre a genética e as abordagens educacionais digitais culminou com meu interesse pela Computação Desplugada (CD). Durante a disciplina de Pensamento Computacional na Educação Básica, percebi o potencial transformador dessa abordagem. Este interesse foi ampliado com minha seleção e envolvimento com o Laboratório de Criatividade e Inovação para a Educação Básica (LABCRIE).

Formado por especialistas da Educação, Tecnologias e Inovação, o LABCRIE é uma prestigiada iniciativa do Ministério da Educação (MEC), conduzida em parceria com a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e a Rede Brasileira de Certificação, Pesquisa e Inovação (RBCIP). Sua missão primordial é apoiar a implantação de espaços dinâmicos voltados à formação continuada de professores da rede pública, com foco em inovação e tecnologias educacionais.

Fui agraciada com a seleção como representante de Porto Velho/RO, integrando um grupo seletivo de docentes comprometidos em impulsionar a inovação no cenário educacional brasileiro. Através dos módulos oferecidos pelo LABCRIE, como “Gestão de Espaços Makers e suas Tecnologias”, “Cultura Organizacional”, “Gamificação na Educação” e “Robótica Educacional”, entre outros, pude consolidar e expandir minha compreensão sobre as possibilidades educacionais contemporâneas.

Dando continuidade a essa rica experiência, percebi que o Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) – UPF representava o ambiente ideal para aprofundar minha pesquisa. A oportunidade de ingressar neste Mestrado resultou de uma parceria inédita e do custeio pelo Governo de Rondônia via Seduc/RO. Esse Mestrado, no âmbito do Projeto de Cooperação Institucional (PCI) entre a Faculdade Católica de Rondônia e a Universidade de Passo Fundo (UPF), destaca-se como uma modalidade interinstitucional.

Dentro do escopo do PPGECM, vislumbrei uma chance de agregar significativamente à minha formação docente e de melhorar a experiência educacional dos alunos. Nesse panorama, ressalto a relevância do ensino e aprendizagem em Genética no ensino fundamental, uma área intrinsecamente ligada ao cotidiano e que serve de base para estudos mais avançados em fases escolares posteriores.

No entanto, é inegável que ensinar genética, como parte do componente curricular de Ciências/Biologia, é um desafio pedagógico. A literatura frequentemente destaca sua complexidade, sobretudo pela terminologia específica e conceitos abstratos envolvidos. Torna-

se primordial, portanto, adaptar e contextualizar esses conceitos, tornando-os mais palpáveis, de modo que os alunos consigam relacionar a teoria com situações reais de seu cotidiano. Nesse contexto, a orientação curricular desempenha um papel fundamental.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) documento de caráter normativo, estabelece o conjunto de aprendizagens essenciais a que todos os estudantes têm direito ao longo da Educação Básica. Dessa forma, ela busca orientar que todos os alunos desenvolvam as habilidades e competências necessárias para a vida no século XXI. Cabe ressaltar que consoante à BNCC as competências referem-se “à mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p. 8).

Sob esse viés, a BNCC contempla para o 9º ano do ensino fundamental, anos finais, a unidade temática “Vida e Evolução” que aborda como a vida é organizada e como a diversidade biológica surgiu e se modificou ao longo do tempo. Além disso, sob essa ótica, três objetos de conhecimento merecem destaque: a Hereditariedade, as Ideias Evolucionistas e a Preservação da Biodiversidade. Tais objetos de conhecimento aprofundam o conhecimento sobre como as características biológicas são passadas de uma geração para a próxima, como os processos genéticos determinam a aparência e o funcionamento dos seres vivos, investigam como as espécies se transformam ao longo do tempo, adaptando-se e diversificando-se. Há, também, a discussão da importância de conservar a diversidade biológica e das consequências da ação humana nos ecossistemas.

Em continuidade a BNCC estabelece que devem ser desenvolvidas as habilidades (EF09CI08) que trata da associação dos gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes; e a (EF09CI09) que cuida da discussão das ideias de Mendel sobre hereditariedade (Brasil, 2018).

A aprendizagem em Ciências possui uma importância crucial na formação dos estudantes, visto que, além de fomentar o conhecimento científico, estimula a curiosidade, a problematização e a construção do pensamento crítico. Dentro deste contexto, o ensino de conceitos introdutórios de genética, como os heredogramas, assume um papel de destaque por representar um dos pilares da compreensão da vida e da hereditariedade.

Apesar da relevância dos conceitos de genética no contexto educacional, muitos alunos enfrentam desafios para assimilá-los, em grande parte devido à sua natureza abstrata. Nesse panorama, a busca por métodos pedagógicos inovadores torna-se imperativa. Uma dessas abordagens é a CD, que propõe o ensino de conceitos computacionais sem a necessidade de uso

direto de computadores. Ao invés disso, recorre-se a atividades práticas, jogos e outras ferramentas pedagógicas.

Dessa forma, este estudo foi conduzido com a seguinte questão central: Como uma abordagem de ensino que utiliza atividades da CD pode influenciar a compreensão e o interesse dos alunos do 9º ano do ensino fundamental no estudo de heredogramas em Ciências? Tendo isso em vista, o objetivo geral do trabalho foi implementar² uma sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP), utilizando como recurso principal atividades inspiradas na CD e voltadas para o ensino de heredogramas no 9º ano do ensino fundamental.

Como objetivos específicos elencou-se os seguintes:

- Discorrer sobre os 3MP no ensino de Ciências;
- Refletir sobre os desafios e potencialidades da CD como estratégia pedagógica para tornar o ensino de Ciências/Biologia mais real e significativo;
- Desenvolver atividades de ensino baseadas na CD que auxiliem no entendimento dos conceitos e técnicas associadas à construção e análise de heredogramas;
- Elaborar um produto educacional voltado para os professores de Ciências, vinculado a presente dissertação.

É importante destacar, de forma preliminar, a abordagem adotada para a avaliação da sequência didática proposta. Com o objetivo de implementar uma sequência didática baseada nos 3MP e integrando atividades da CD, diversas estratégias de avaliação foram consideradas. Estas estratégias incluíram a análise de atividades baseadas na CD, a coleta de feedback dos alunos por meio do *Google Forms* e a avaliação de trabalhos finais, os quais consistiram em projetos desenvolvidos e entregues pelos alunos ao término da etapa de aplicação do conhecimento, marcando a conclusão da sequência didática. Em consonância com os objetivos supracitados, o desenvolvimento do trabalho segue apresentando um conjunto de discussões e reflexões divididas nas seguintes seções, a saber: O segundo capítulo, intitulado 'Aporte Teórico e Estudos Relacionados', se concentra em fornecer uma base teórica robusta para a pesquisa. Nele, são discutidos aspectos do Pensamento Computacional (PC) e seus pilares, bem como a computação desplugada, a metodologia dos 3MP e, em especial, o ensino de heredogramas no ensino fundamental. O terceiro capítulo é dedicado à proposta didática e ao produto educacional, abordando o local de implementação, os participantes e o cronograma de execução da sequência didática elaborada. Este capítulo culmina com a apresentação do produto

² Neste estudo, implementar envolve: Elaborar, Executar e Avaliar a sequência didática.

educacional gerado pela pesquisa. Já o quarto capítulo, intitulado 'A Pesquisa', dedica-se a esclarecer a classificação da pesquisa, os instrumentos de produção de dados e a análise dos resultados alcançados. Além disso, destaca a importância dos achados para a validação da proposta didática e discute suas contribuições para a área de ensino, sugerindo possíveis direções para pesquisas futuras.

2 APORTE TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS

Este capítulo busca fornecer uma base conceitual sólida para a compreensão dos temas abordados nesta pesquisa, estabelecendo os fundamentos necessários para uma análise aprofundada. Nesta seção, exploraremos o PC e seus pilares, a CD, os 3MP e, por fim, examinaremos o ensino de heredogramas no ensino fundamental, sob a ótica de que o seu aprendizado propicia aos alunos a demonstração de informações utilizando uma linguagem visual, ancorado em bases matemáticas e científicas, estando em consonância com a competência geral 4 listada na BNCC.

Ademais, discute-se como o PC pode ser integrado nesse contexto, promovendo a compreensão dos processos biológicos por meio da resolução de problemas e da análise de dados.

2.1 O Pensamento Computacional

O PC tem se tornado cada vez mais uma competência essencial no século XXI. O contexto atual exige indivíduos capazes de solucionar problemas, criar e adaptar-se às rápidas mudanças tecnológicas. A BNCC reconhece a relevância de competências que valorizam a curiosidade intelectual, investigação e criatividade, pilares que, como veremos posteriormente, são essenciais ao PC.

Na visão de Amorim e Barreto (2023, p. 17), o PC revela-se como:

[...] uma aplicação intencional dos nossos processos cognitivos, ou seja, pensar, conhecer, lembrar julgar e resolver problemas. Tais funções, que são capacidades de alto nível de nosso cérebro, incluem também a linguagem, a imaginação, percepção e o planejamento. Com a prática constante e intencional do PC, ocorre uma melhoria não apenas em nossas habilidades cognitivas, mas também uma mudança na maneira como abordamos e resolvemos desafios, chegando a um ponto em que ele se torna a própria estrutura de como pensamos. Essa transformação nos proporciona maior autonomia em diversas áreas da vida, incentivando uma postura mais ativa, reflexiva e crítica em nosso cotidiano. Ao adotar o PC de forma contínua e sistemática, é possível incorporar essa mentalidade nas decisões diárias, assumindo uma postura mais analítica, estratégica e criativa. Dessa forma, o PC transcende o mero desenvolvimento de habilidades cognitivas e se estabelece como uma verdadeira forma de “Saber Pensar”.

A citação supramencionada lança luz sobre a natureza profunda e transformadora do PC. Ao enfatizar a aplicação intencional de nossos processos cognitivos, as autoras apontam para a capacidade de utilizar de forma consciente ferramentas cerebrais avançadas, como linguagem,

imaginação e planejamento. Não se trata apenas de aprimorar nossas habilidades cognitivas, mas de mudar a maneira como encaramos desafios.

Essa perspectiva nos leva a entender que o PC não é uma mera estratégia pedagógica ou uma habilidade isolada. Ele é, de fato, uma reestruturação fundamental na forma como pensamos e agimos. A ênfase de Amorim e Barreto (2023) na autonomia, na postura ativa e reflexiva, evidencia que o PC é uma ferramenta empoderadora que pode ser aplicada não apenas em ambientes educacionais, mas em todos os aspectos da vida. Ao se referirem ao PC como uma maneira de “Saber Pensar”, elas ressaltam a ideia de que o PC é mais do que uma habilidade: é uma mentalidade que, quando incorporada, nos permite enfrentar desafios com uma visão mais analítica e criativa.

Conforme a competência 2 da BNCC indica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2017, p. 9).

Essa competência ressalta a importância das habilidades investigativas e reflexivas no processo educacional. Em consonância com isso, a relevância do PC na atualidade se manifesta por envolver habilidades cognitivas e estratégias de resolução de problemas que se estendem a múltiplas áreas do conhecimento. Em sua essência, o PC engloba a resolução de problemas, a lógica, o reconhecimento de padrões e a abstração. Essa intersecção entre a competência 2 e o PC demonstra a sinergia entre as diretrizes educacionais contemporâneas e as demandas de habilidades requeridas pelo mundo atual.

Em 1980, Seymour Papert, considerado o pai da robótica educacional, já introduzia a ideia do PC em seu livro intitulado “*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*”.

Nesta obra, Papert entendia ser possível que as crianças aprendessem sobre computação de forma intuitiva e poderosa. Desse modo, o trabalho desenvolvido por ele foi de extrema relevância no que diz respeito à promoção da ideia de que todos os indivíduos podem se beneficiar do PC (Massa; Oliveira; Santos, 2022).

Assim, com Papert o PC emergiu inicialmente como uma abordagem que incentivava os estudantes a serem “designers” de seus próprios processos de aprendizagem, valendo-se da tecnologia para criar projetos com relevância.

Porém, durante um período, apesar das ideias inovadoras relacionadas ao PC, sua efetiva compreensão e aplicação no ambiente educacional eram limitadas. Esse cenário mudou

significativamente em 2006, quando, graças à contribuição marcante de Jeannette Wing e à publicação de seu artigo “*Computational Thinking*”, o PC foi revalorizado.

Jeannette Wing (2006) é uma das precursoras na promoção do conceito de PC, sustentando que o PC consiste em uma habilidade fundamental a ser desenvolvida por todas as pessoas. Não se limitando apenas aos cientistas da computação. Pois as suas benesses alcançam a todos, potencializando as capacidades operacionais e cognitivas de qualquer indivíduo.

Blikstein (2008) corrobora o pensamento acima quando destaca que o PC não se trata meramente da capacidade de realizar tarefas básicas com um computador, como navegar na internet, enviar e-mails ou usar um processador de texto. Em vez disso, o PC é entendido como a habilidade de utilizar o computador como uma ferramenta para potencializar e expandir a capacidade cognitiva e operacional humana. Isso implica em usar os computadores e as redes para potencializar a produtividade, inovação e criatividade humana.

O autor esclarece que estamos em um momento de mudança significativa, no qual o PC está revolucionando tanto o meio acadêmico quanto o industrial. A imagem tradicional do cientista do século XIX, frequentemente imaginado com seu avental branco e trabalhando com tubos de ensaio, não se alinha mais com a realidade. Hoje, o cientista contemporâneo tende a passar a maior parte do seu tempo em frente a um computador, desenvolvendo e analisando modelos digitais. Isso condiz com a realidade de profissionais de outras áreas, como engenheiros e economistas, que cada vez mais se apoiam em modelos computacionais para suas análises e previsões. A essência do “pensar computacionalmente”, segundo Blikstein (2008), envolve reconhecer quais tarefas cognitivas podem ser otimizadas e realizadas de maneira mais eficaz através do uso de computadores.

Paiva (2021) afirma que a autora americana Wing delinea o PC com ênfase em várias dimensões intrincadas, são elas: Conceitualização (organização dos conceitos) e não programação: esse elemento refere-se que o PC transcende a mera codificação, destacando a importância da organização de conceitos como um elemento central; Habilidade fundamental, não mecânica: nesse aspecto o PC não é uma tarefa mecânica, mas sim uma habilidade fundamental que requer compreensão e aplicação criativa; Uma forma que humanos, não computadores, pensam: A autora salienta que o PC é uma abordagem cognitiva inerente aos seres humanos, não limitada ao funcionamento dos computadores; Um pensamento que combina raciocínio matemático e de engenharia: assim o PC integra raciocínio matemático e princípios de engenharia, enfocando a resolução de problemas de maneira eficaz e lógica; Composto por ideias, não somente software e hardware: Wing destaca que o PC abarca ideias e conceitos abstratos, indo além de meros aspectos de software e hardware. Por fim, contempla

todas as pessoas, em todos os lugares: logo há o ressaltado que o PC é uma capacidade acessível e relevante para todas as pessoas, independentemente de sua localização ou contexto.

Ao discutir as nuances e características do PC, Dos Anjos (2016, p. 2-3) destaca:

[...] usar abstração e decomposição ao atacar uma tarefa grande e complexa ou projetar um sistema complexo e grande. É a separação de interesses. É escolher uma representação apropriada para um problema ou modelagem dos aspectos relevantes de um problema para torná-lo tratável. É usar invariantes para descrever o comportamento de um sistema de forma sucinta e declarativa. É ter a confiança de que podemos usar, modificar e influenciar um sistema grande e complexo sem entender todos os seus detalhes com segurança, modularizar algo em antecipação de múltiplos usuários ou prefetching e caching em antecipação de um uso futuro.

Resta claro que o PC vai além da mera operação de dispositivos tecnológicos. O autor retromencionado ressalta a importância da abstração, decomposição e a habilidade de modularizar problemas para torná-los mais gerenciáveis, sublinhando a relevância de tais competências no mundo moderno. Além disso, o trecho indica uma postura confiante e proativa ao lidar com sistemas complexos, destacando a necessidade de entender apenas os componentes essenciais sem se perder em minúcias. Essas habilidades, conforme postulado, têm implicações profundas não apenas no âmbito da ciência da computação, mas em várias áreas do conhecimento, indicando a universalidade e aplicabilidade do PC em diversas frentes da atividade humana.

Dando continuidade a essa perspectiva, o PC emerge como uma habilidade vital para os alunos, não se restringindo apenas à aquisição básica de conhecimentos. Ele estimula competências-chave, como a capacidade de solucionar questões complexas, o exercício do pensamento crítico, a inovação e o trabalho em equipe. Essa abordagem prepara os alunos para lidar proativamente com os desafios contemporâneos, permitindo-lhes buscar soluções criativas e adaptar-se a um ambiente sempre em evolução (Amorim; Barreto, 2023).

Nessa mesma linha de raciocínio, Romero e Schimiguel (2022) referem-se à definição de PC dada pela autora americana Wing (2006). Ela vê o PC como uma via para a resolução de problemas, destacando características como lógica, sistematização, análise de dados e formulação de soluções. Além disso, o PC também enfatiza a ordenação de passos e apresenta arranjos que oferecem possibilidades de lidar, de maneira segura, com situações complexas e problemas ainda não resolvidos. Desse modo, tem-se que o PC “se concentra nos indivíduos executando processos de raciocínio lógico, não necessariamente na produção de artefatos ou evidências” (Wing, 2011, p. 20).

A inserção das competências digitais na educação tem se mostrado não apenas pertinente, mas essencial na preparação dos alunos para os desafios contemporâneos. Sob esse viés, o Brasil, por meio de seus documentos orientadores da educação, tem reconhecido a importância desse foco.

A BNCC, por exemplo, destaca o PC como uma ferramenta vital para o desenvolvimento integral do estudante. Esse reconhecimento se estende por todas as áreas de conhecimento e etapas da educação, sob a égide da Cultura Digital³. O documento da BNCC elabora essa ideia de maneira mais específica, fazendo alusão ao papel crucial das tecnologias digitais na formação dos estudantes. O texto expõe a necessidade de os alunos

[...] compreenderem, utilizarem e criarem tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais”. Este enfoque não se limita apenas à utilização das tecnologias, mas também engloba a comunicação, acesso e disseminação de informações, produção de conhecimentos, resolução de problemas e o exercício do protagonismo e autoria na vida dos estudantes, tanto em âmbitos pessoais quanto coletivos (Brasil, 2017, p. 9).

Assim, ao enfatizar esses aspectos, a BNCC evidencia a convergência entre a educação contemporânea e as demandas digitais da sociedade atual. Essa convergência é ainda mais evidente quando consideramos as competências essenciais do século XXI identificadas por Romero *et al.* (2019). Tais habilidades refletem a natureza multifacetada da aprendizagem moderna e ressoam fortemente com as necessidades emergentes de nossa era digital. Nesse sentido, cada uma dessas competências se mostra pertinente com o cenário educacional de hoje. Assim, vejamos: primeiramente, o Pensamento Crítico (CrT), refere-se à capacidade de refletir de forma profunda e independente, de modo a analisar ideias e conhecimentos tendo por base os valores pessoais e julgamentos. Além de apresentar sensibilidade ao contexto e às perspectivas alheias. Em seguida, a Colaboração (C): consiste na habilidade de trabalhar em conjunto, construindo entendimentos compartilhados e coordenando esforços para atingir objetivos comuns. A Criatividade (CR), por sua vez, é o processo de gerar soluções inovadoras e relevantes, adaptadas a problemas específicos, valorizando a originalidade. A Resolução de Problemas (PS) representa a abordagem para enfrentar situações desconhecidas, identificando o problema e concebendo soluções eficazes. Por fim, o PC abarca um conjunto de estratégias relacionadas à modelagem, abstração, criação de algoritmos e decomposição de estruturas complexas e conjuntos lógicos.

³ Remete às relações humanas fortemente mediadas por tecnologias e comunicações por meio digital, aproximando-se de outros conceitos como sociedade da informação, cibercultura e revolução digital (CIEB, 2018).

Cada uma dessas competências é vital para a formação integral de indivíduos aptos a enfrentar os desafios do século XXI. O PC é, portanto, o desenvolvimento de habilidades que orientam o raciocínio, a aprendizagem, bem como a compreensão do mundo em que se vive.

Neste contexto, entender como essas habilidades se traduzem em práticas educacionais concretas torna-se fundamental. Assim, entidades especializadas, reconhecendo a essencialidade destas habilidades, têm trabalhado para estabelecer diretrizes claras para a sua implementação no sistema educacional.

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), principal instituição representativa da área no país, em uma tentativa de fortalecer o ensino de Computação na Educação Básica, estabeleceu diretrizes específicas para este fim. Consoante à SBC (2017), a assimilação profunda dos conceitos centrais da Computação capacita os estudantes a uma compreensão ampliada do mundo ao seu redor, conferindo-lhes características como autonomia, adaptabilidade, resiliência, iniciativa e inovação.

Nesse contexto, o MEC homologou o Parecer CNE/CEB 2/2022 (Brasil, 2022), que define normas para o ensino de computação na educação básica, complementando a BNCC. Essa medida visa promover o uso da tecnologia e a inclusão digital dos estudantes, desde a educação infantil até o ensino médio, e estabelece diretrizes para a formação de docentes, o desenvolvimento de currículos e a avaliação do ensino de computação.

Além disso, a Lei 14.533 de 2023 (Brasil, 2023) institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED), visando a inclusão digital e o fortalecimento do ensino de computação, programação e robótica nas escolas. A PNED estabelece diretrizes para o desenvolvimento de competências digitais dos alunos da educação básica, promovendo projetos e práticas pedagógicas no domínio da lógica, dos algoritmos e da programação, em consonância com as diretrizes da BNCC.

O PC se manifesta de maneira diversificada, podendo ser desenvolvido por intermédio de abordagens plugadas, ou seja, que envolvem o emprego de ferramentas tecnológicas como programação e robótica, e desplugadas, que priorizam atividades não dependentes de dispositivos, como jogos de lógica, quebra-cabeças, escape room⁴ e resolução de problemas diários. Ambas as metodologias se complementam e, ao serem integradas de forma equilibrada, enriquecem o aprendizado do PC. Essa multiplicidade de abordagens destaca que o PC

⁴ Os escapes rooms, também chamados de salas de escape, representam um cenário onde o participante precisa usar análise, planejamento e estratégia para identificar dicas ocultas ou solucionar desafios propostos e assim alcançar o objetivo de sair de todas as salas. Esses ambientes são notáveis pelo intenso envolvimento que geram e pelo estímulo ao desenvolvimento de habilidades ligadas à solução de problemas variados (Silva; Omeltech, 2020).

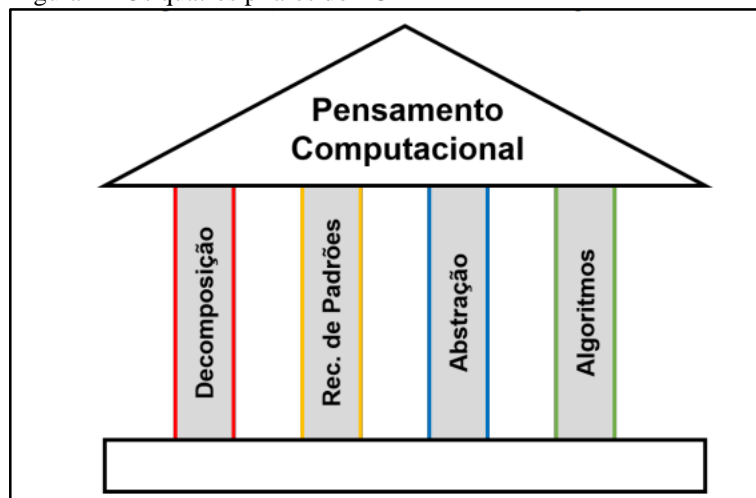
transcende a simples utilização da tecnologia, podendo ser moldado conforme os recursos e cenários educativos específicos (Amorim; Barreto, 2023).

Nesse panorama de versatilidade, que enfatiza a amplitude do PC para além da mera tecnologia, surge a contribuição ímpar de figuras destacadas no cenário educacional brasileiro. Entre elas, Christian Brackmann (2017) tem sua obra reconhecida, sobretudo no que concerne ao avanço das atividades desplugadas, como já mencionado, são atividades que não necessitam da utilização de dispositivos tecnológicos. Em seus estudos, Brackmann defende que essas práticas são eficientes para familiarizar os estudantes com os conceitos de programação e PC, representando uma opção viável em ambientes com restrições de infraestrutura tecnológica.

Conforme destacado por Brackmann (2017, p. 33), “o Pensamento Computacional é sustentado por quatro pilares fundamentais que norteiam o método de resolução de problemas. Estes pilares são: decomposição, reconhecimento de padrão, abstração e algoritmo”.

Para exemplificar, apresenta-se a seguir a Figura 1 que destaca esses quatro pilares essenciais do PC.

Figura 1 - Os quatros pilares do PC



Fonte: Brackmann, 2017, p. 33.

Compreendendo esses elementos, os docentes podem promover o desenvolvimento de habilidades críticas nos estudantes, como a capacidade de dividir problemas complexos em partes menores, identificar regularidades e generalizar soluções.

Estas capacidades, fundamentadas nos pilares do PC, refletem habilidades técnicas e competências essenciais para enfrentar os desafios contemporâneos em um cenário de constante mudança.

O ensino contemporâneo tem enfrentado o desafio de preparar os alunos para um mundo em constante evolução tecnológica e informacional. Nesse contexto, o PC surge como uma competência fundamental.

Dorling, Selby e Woollard (2015, *apud* André, 2018, p. 100) destacam que:

[...] outro pressuposto importante relacionado ao pensamento computacional é fazer com que os alunos e professores desenvolvam a competência de fazer pesquisa, isto é, aprender de forma independente e autônoma sobre um tema ou um procedimento que não se conhece, usando sites, bibliotecas e ambientes virtuais, ao mesmo tempo que discute com outros, os resultados encontrados. Espera-se com isso que os autores de artefatos digitais consigam organizar o seu cotidiano de forma que a observação seja criticamente constante e que possam recuperar informações obtidas anteriormente. Em outras palavras, é preciso incentivar os alunos e professores a revisitar, constantemente, seus conhecimentos e concepções, sendo capazes de tirar conclusões do seu trabalho, saber argumentar em favor delas, acolher os argumentos contrários, e produzir novos conhecimentos.

No ambiente de constante fluxo de informações que vivenciamos, torna-se essencial que os estudantes sejam capacitados a organizar e revisitar constantemente seus conhecimentos. A capacidade de argumentar com base em evidências, acolher pontos de vista contrários e construir novos conhecimentos a partir da síntese de informações é fundamental. Estas habilidades não são apenas pertinentes para a construção de artefatos digitais, mas transcendem esse contexto, tornando-se essenciais para o desenvolvimento de cidadãos críticos e participativos.

O PC, portanto, não diz respeito apenas ao entendimento de algoritmos ou à programação, mas engloba uma série de habilidades cognitivas e sociais que preparam os alunos para os desafios do século XXI. A incorporação dessas competências no currículo escolar é uma necessidade premente e uma resposta ao dinamismo da era digital em que vivemos.

Na sequência, procede-se a uma análise de cada um dos pilares do PC, elucidando sua relevância e função.

2.2 Os Pilares do Pensamento Computacional

Segundo a literatura da área, o PC se categoriza em pilares. O Currículo de Referência em Tecnologia e Computação cuja principal finalidade é fornecer diretrizes e orientações destinadas a auxiliar redes de ensino e escolas na incorporação dos temas relacionados à tecnologia e à computação em seus currículos educacionais, compreende o PC como um dos eixos da Educação, somados à Cultura Digital e à Tecnologia Digital.

Os conceitos identificados pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) como elementos constituintes do PC incluem: a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e os algoritmos (CIEB, 2018).

Liukas (2015), conforme citado por Brackmann (2017), relata que a decomposição é um processo pelo qual os problemas são quebrados em partes menores. A autora exemplifica isso através da decomposição de refeições, receitas culinárias e as fases que compõem um jogo. Trata-se de dividir um problema ou sistema complexo em partes menores, que são mais gerenciáveis e mais fáceis de entender. Estas partes de menores dimensões podem ser examinadas e resolvidas individualmente, uma vez que são mais simplificadas e práticas para se trabalhar.

Nesse mesmo contexto, Silva (2020) amplia a compreensão deste pilar, destacando que a decomposição permite o fracionamento de um sistema complexo e enfatiza a necessidade de uma abordagem minuciosa. Segundo o autor, tal abordagem favorece uma análise detalhada e mais eficaz das partes individuais do problema.

No âmbito pedagógico, a decomposição tem sido reconhecida como uma ferramenta essencial para facilitar o entendimento de problemas e contextos complexos, simplificando-os em componentes gerenciáveis e menores. Tal estratégia, ao longo do tempo, tem encontrado aplicações práticas em diversas áreas do conhecimento, sendo a matemática um exemplo proeminente. No contexto matemático, a decomposição está intrinsecamente relacionada ao processo de realizar cálculos e resolver problemas. O ato de identificar e empregar fórmulas, funções e procedimentos matemáticos específicos, conforme descrito por Liukas (2015), se alinha à ideia de decompor problemas, permitindo uma abordagem mais focada e simplificada (Liukas, 2015 *apud* Romero; Schimiguel, 2022).

Tendo abordado o significativo papel da decomposição no processo de ensino e aprendizagem, onde desafios são desmembrados em partes gerenciáveis para uma compreensão mais aprofundada, é crucial avançar para outro pilar intrínseco ao PC: o reconhecimento de padrões. Assim como a decomposição simplifica problemas complexos, o reconhecimento de padrões fornece as ferramentas para que os estudantes identifiquem semelhanças e consistências em contextos diversos.

A habilidade de reconhecimento de padrões é essencialmente sobre discernir semelhanças e consistências em diversos dados ou contextos. Essa competência cognitiva enfatiza a percepção de conexões entre elementos, agrupando-os de acordo com suas características compartilhadas e derivando entendimentos a partir dessas conexões. Para cultivar essa habilidade em alunos, pode-se adotar estratégias como atividades que focam na

detecção de sequências, jogos orientados para a identificação de padrões e a aplicação de ferramentas tecnológicas que ofereçam uma representação visual de dados, como as planilhas eletrônicas e representações gráficas (Amorim, Barreto, 2023).

Conforme Romero e Schimiguel (2022, p. 12 *apud* Liukas, 2015) apontam:

Esta também é uma forma de resolução de problemas rapidamente, fazendo uso de soluções previamente definidas em outros problemas e com base em experiências passadas. Os questionamentos que devem ser feitos são: “Esse problema é parecido a outro problema que já tenha solucionado” ou “Como ele é diferente?”. Estas perguntas são relevantes, visto que, pode se definir as estratégias como base nos padrões com outros problemas anteriores que já se foi solucionado. As soluções usadas em problemas anteriores podem ser adaptadas para solucionar uma variedade de problemas similares.

Em um eco a essa abordagem, Brackmann (2017) utiliza a identificação de semelhanças entre diferentes raças de cachorros para ilustrar o conceito de reconhecimento de padrões. No contexto do PC, cada raça de cachorro pode ser vista como tendo um conjunto padrão de características, como olhos, rabo e pelo. Estas são as constantes. No entanto, as especificidades destas características, como a cor dos olhos ou o comprimento do rabo, são as variáveis. Identificar essas constantes e variáveis permite a descrição de diferentes raças, usando o padrão estabelecido e fazendo as devidas alterações conforme as características individuais de cada raça.

Para ilustrar mais vividamente o conceito de reconhecimento de padrões, a Figura 2 adaptada do trabalho de Brackmann (2017) será apresentada a seguir. A Figura 2 exemplifica de maneira prática como padrões podem ser identificados e aplicados em contextos distintos, usando o caso das semelhanças entre diferentes raças de cachorros. Refletir sobre essa representação visual ajuda na compreensão do detalhe profundidade desse componente essencial do PC.

Figura 2 - Similaridade entre raças de cachorros (reconhecimento de padrões)



Fonte: Brackmann, 2017, p. 36, adaptação.

Enquanto o reconhecimento de padrões nos permite identificar e aplicar soluções baseadas em semelhanças e experiências anteriores, a abstração, outro pilar fundamental do PC, nos direciona a um nível mais alto de análise. A abstração envolve a capacidade de simplificar problemas complexos, destacando suas características essenciais e ignorando detalhes desnecessários para a solução em questão. Deste modo, tal como o reconhecimento de padrões, a abstração é crucial para o processo de ensino e aprendizagem, especialmente em contextos como o estudo de heredogramas, onde a simplificação de dados e informações se faz necessária para uma compreensão mais clara e objetiva.

A abstração, conforme elucidado por Amorim e Barreto (2023), envolve a capacidade de discernir e isolar as informações mais pertinentes de um problema complexo, deixando de lado detalhes que não são essenciais. As autoras definem esta habilidade como o ato de simplificar e generalizar, focando nos aspectos primordiais. É, essencialmente, um método de destilar a essência de um problema, conceito ou situação, concentrando-se apenas nos elementos cruciais. Esta capacidade é particularmente útil no ensino, pois permite aos estudantes abordarem tópicos complexos, como heredogramas, de forma mais gerenciável e clara.

Amorim e Barreto (2023) ainda destacam estratégias específicas para cultivar essa habilidade nos estudantes. Métodos como a elaboração de diagramas, mapas conceituais e resumos podem servir como ferramentas pedagógicas valiosas, facilitando a compreensão e internalização de informações. Na visão das autoras, ao desenvolver a abstração, conseguimos transpor ideias abstratas para a realidade tangível, tornando o processo de aprendizagem mais

profundo e significativo. Tendo em vista estas considerações, é imprescindível integrar práticas que estimulem a habilidade de abstração em diferentes níveis escolares, como sugerem as autoras em suas propostas práticas.

A abstração se concentra, então, em identificar elementos vitais, decidindo se devem ou não ser considerados, com base na pertinência e no método de abordagem do problema em questão. Este processo pode ser estratificado em diferentes camadas, possibilitando a detecção de diversos níveis de detalhes e aspectos fundamentais (Meira, 2017).

Esse pensamento é ecoado por Wing (2006) como citado por Romero e Schimiguel (2017), que coloca a abstração no cerne do PC. O ato de abstrair é recorrentemente invocado em várias etapas, sejam elas na formulação de algoritmos, seleção de dados pertinentes, elaboração de perguntas ou na distinção entre humanos e robôs. Em essência, a habilidade de abstração é um instrumento vital para navegar pela complexidade, destacando-se pela capacidade de discernir e isolar informações irrelevantes e, conseqüentemente, condensar um problema ou conceito à sua ideia central.

A compreensão e aplicação da abstração pavimenta o caminho para a introdução de outro pilar crucial do PC: o Algoritmo. Assim como a abstração permite aos alunos decompor e focar em aspectos fundamentais, os algoritmos orientam sobre como proceder passo a passo para analisar, interpretar ou resolver problemas, incluindo aqueles encontrados no estudo de heredogramas.

O algoritmo é o componente central que une todos os outros aspectos, atuando como uma sequência de instruções bem definidas que guiam a resolução de um problema (Brackmann, 2017 *apud* Wing, 2014; Csizmadia *et al.*, 2015). Essas diretrizes, que são metodicamente organizadas para alcançar um objetivo específico, podem inicialmente ser apresentadas como diagramas ou em linguagem mais acessível, como o pseudocódigo, antes de serem traduzidas para uma linguagem de programação específica.

Brackmann (2017) se refere a Liukas (2015) ao explicar que “algoritmos” são séries específicas de etapas projetadas para resolver um problema. Contrariamente, um “programa” é descrito como uma série de comandos escritos numa linguagem compreensível para computadores.

Dando continuidade a essa discussão sobre a natureza e a importância dos algoritmos, Brackmann (2017, p. 40) afirma:

É o que se pode chamar do núcleo principal, pois possui uma grande abrangência em diversos momentos das atividades propostas pelo Pensamento Computacional. É um conjunto de regras para a resolução de um problema, como a receita de um bolo; porém, diferentemente de uma simples receita de bolo, pode-se utilizar diversos fatores mais complexos. Existem algoritmos muito pequenos, que podem ser comparados a pequenos poemas. Outros algoritmos são maiores e precisam ser escritos como se fossem livros, ou então maiores ainda, necessitariam inevitavelmente serem escritos em diversos volumes de livros. Para entender melhor, é possível fazer questionamentos que possam facilitar a compreensão de como gerar e quais as limitações do mesmo, tais como: “É possível solucionar um problema utilizando algoritmos?”, ou “Qual a precisão que se necessita para solucionar um problema?”.

Este destaque à natureza e versatilidade dos algoritmos revela sua profundidade e aplicabilidade em inúmeros contextos, incluindo a educação. A analogia proposta, que compara algoritmos a receitas de bolo ou volumes de livros, serve como um instrumento didático eficaz para que os estudantes compreendam a multiplicidade e adaptabilidade dos algoritmos em diferentes problemas. A questão levantada por Brackmann (2017) sobre a precisão necessária para solucionar um problema usando algoritmos é fundamental para a pedagogia, já que desafia educadores e alunos a refletirem criticamente sobre a integridade e aplicabilidade dos algoritmos na solução de problemas reais.

Como enfatizado por Brackmann (2017), os algoritmos são produto da combinação criteriosa de diversos pilares do PC, incluindo decomposição, abstração e reconhecimento de padrões. Esta característica intrínseca mostra que, uma vez formulados, os algoritmos funcionam como 'chaves mestras' – eficazes e repetíveis para solucionar problemas similares sem necessidade de reinventar a abordagem a cada instância.

Concluimos esta seção reconhecendo o PC como uma competência fundamental no século XXI, permeando diferentes áreas do conhecimento e promovendo uma abordagem lógica e estruturada para resolver problemas. Sua aplicação no ensino, como restou demonstrado, potencializa a compreensão de conceitos complexos e prepara os alunos para os desafios de um mundo crescentemente digital. No entanto, seria um equívoco associar o PC exclusivamente à presença de dispositivos tecnológicos. Como podemos ensinar e aprender conceitos de computação sem a necessidade de computadores ou software? A resposta a essa indagação nos leva à próxima fase de nossa discussão: a 'computação desplugada'. Na próxima seção, abordaremos esta abordagem inovadora que desafia nossas concepções tradicionais de ensino de computação e oferece um meio inclusivo e criativo de internalizar conceitos computacionais.

2.3 A Computação Desplugada

Em um cenário educacional contemporâneo, onde a tecnologia está cada vez mais entrelaçada com os processos de ensino-aprendizagem, surgem estratégias inovadoras que buscam desmistificar o mundo da computação. Curiosamente, nem todas essas estratégias requerem o uso direto da tecnologia. Uma dessas abordagens é a CD.

Segundo Anastacio *et al.* (2022, p. 37):

A Computação Desplugada, ou CS Unplugged, é uma estratégia que se propõe a ensinar o Pensamento Computacional (e alguns tópicos de computação) por meio de atividades que não envolvem o uso do computador, ou seja, que podem ser aplicadas independentemente de recursos de hardware ou software.

A técnica da CD tem por intuito introduzir os princípios fundamentais da computação sem a necessidade de um computador. Ela simplifica e apresenta conceitos essenciais de uma maneira acessível e prática, utilizando recursos cotidianos, como lápis e papel. Este enfoque, ao prescindir do uso de dispositivos tecnológicos, destaca a natureza intrínseca dos conceitos computacionais e seu potencial de serem entendidos e aplicados em variados contextos, independentemente da presença de tecnologia.

A origem exata da CD é um ponto de debate entre pesquisadores e historiadores da educação. O que se sabe, no entanto, é que os primeiros registros significativos de sua aplicação na educação básica remontam a 1997. Foi neste ano que Tim Bell, Ian H. Witten e Mike Fellows lançaram um rascunho de livro digital intitulado “Computer Science Unplugged... Off-line activities and games for all ages”. Esta obra foi pioneira em propor uma série de atividades destinadas a ensinar conceitos de ciência da computação sem o uso de um computador, sendo adaptável a diferentes faixas etárias e níveis educacionais, desde o ensino básico até o superior (Brackmann; Boucinha *et al.*, 2017 *apud* Anastacio *et al.*, 2022).

Este marco inicial ganha destaque pela abordagem inovadora proposta pelos autores. Michael Fellows, também citado como um dos criadores, juntamente com Bell e Witten, conceberam uma metodologia que, além de desenvolver o raciocínio lógico, proporciona uma experiência imersiva, estimulando a criatividade, habilidades cognitivas e a solução de problemas (Oliveira; Silva; Sousa, 2020). Tal metodologia é caracterizada por um foco particular que a distingue de outras abordagens: a ausência de dispositivos eletrônicos.

Esta abordagem pedagógica, denominada CD, dá ênfase a atividades e exercícios que prescindem do uso de dispositivos eletrônicos. Assim, os estudantes têm a oportunidade de consolidar conceitos e habilidades essenciais do PC, especialmente em ambientes com acesso limitado à tecnologia ou como uma introdução aos princípios antes da prática em computadores.

Em um mundo em constante transformação, o ensino em diversas áreas do conhecimento tem sido desafiado a incorporar as habilidades do século XXI para formar cidadãos mais preparados e adaptáveis. Estas habilidades - colaboração, comunicação, criatividade e pensamento crítico - são fundamentais para uma formação integral e relevante no cenário atual.

Dentro desse contexto, a CD alinha-se bem com a promoção dessas competências. Segundo Crema (2020, p. 167), citando Vieira *et al.* (2013) as estratégias da CD são:

- (a) Não necessita de computadores para sua aplicação;
- (b) Ensinar Ciência da Computação;
- (c) Aprender fazendo;
- (d) Ser divertido;
- (e) Não precisa de equipamento especializado;
- (f) Execução das técnicas computacionais;
- (g) Direcionado a qualquer pessoa;
- (h) Na realização das atividades, ressaltar a cooperação, comunicação e solução de problemas.

As estratégias da CD evidenciadas acima ressoam profundamente com os imperativos educacionais contemporâneos. A ênfase na aprendizagem prática, na cooperação e na comunicação alinha-se com as habilidades do século XXI e proporciona um terreno fértil para a inovação pedagógica.

Em um momento em que a tecnologia permeia quase todos os aspectos da vida cotidiana, o paradoxo de ensinar conceitos de computação sem o uso direto de computadores serve como um lembrete potente de que a verdadeira essência da educação reside na capacidade de engajar e inspirar os alunos. Além disso, essa abordagem democratiza o ensino, oferecendo oportunidades de aprendizado robustas mesmo em ambientes com recursos tecnológicos limitados. A adaptação e a aplicação dessas estratégias em diferentes contextos acadêmicos podem, portanto, enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais inclusivo, interativo e alinhado às necessidades do século XXI.

A prática da CD em ambientes educativos é profundamente enraizada em princípios que ecoam a competência geral 9 da BNCC. Ao se implementar essa abordagem, as salas de aula se transformam em espaços colaborativos, fomentando a empatia e a cooperação entre os estudantes (Brasil, 2017, p. 10). Sua aplicação envolve uma sequência de atividades sem ligação com tecnologia, sendo executadas de modo que o aluno possa desenvolver, de forma dinâmica e didática, o raciocínio lógico. Por meio da resolução de problemas que exigem habilidades de PC, os estudantes são conduzidos a ambientes colaborativos, onde o diálogo e a troca de ideias são fundamentais. A CD aproveita materiais simples e acessíveis, como lápis e papel, para desenvolver atividades lúdicas. Estes materiais, apesar de básicos, facilitam o entendimento de

conceitos abstratos e complexos e promovem uma compreensão mais profunda de como esses conceitos se relacionam com o mundo real (Anastacio *et al.*, 2022).

Podemos inferir, então, que por meio da CD, os estudantes aprendem conceitos de computação e a importância do trabalho em equipe, da comunicação eficaz e do entendimento mútuo – todos componentes essenciais da competência geral 9 da BNCC.

Diante da versatilidade e a eficácia da CD como estratégia pedagógica, ela pode ser concretamente implementada em sala de aula por meio de jogos, quebra-cabeças, simulações e atividades práticas. Por exemplo, ao se abordar o conceito de heredogramas, é possível incentivar os estudantes a criarem um heredograma físico usando peças ou cartões, ou até mesmo desenvolver um algoritmo que os ajude a rastrear um traço genético específico através de gerações. Em um exercício de exploração de padrões genéticos, os alunos têm a oportunidade de identificar regularidades em heranças familiares e prever a probabilidade de traços genéticos específicos em gerações futuras.

Nesse contexto, ressalta-se a competência 4 da BNCC:

[...] Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, além de produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (Brasil, 2017, p. 9).

As atividades propostas para ensinar o conceito de heredogramas e padrões genéticos alinham-se com essa competência, visto que incentivam o uso de linguagens múltiplas (visual, matemática e científica) para expressar, partilhar e construir significados em conjunto. Esta abordagem, portanto, fortalece o aprendizado específico dos conceitos e capacita os estudantes a se comunicar de maneira multifacetada e contextualizada, conforme delineado pela BNCC. Esta prática, intrinsecamente, reflete a aplicação do método científico, tão central às aulas de ciências. Dá para se inferir, então, que as habilidades do PC se alinham bem com este método, que envolve a observação, elaboração de hipóteses, experimentação e conclusão.

Anastacio *et al.* (2022) destacam a perspectiva errônea de muitos educadores em relação ao PC, vendo-o como algo inacessível e limitando-se a métodos tradicionais de ensino. No entanto, eles ressaltam que a integração de métodos que enfatizam o PC, especialmente através da CD, oferece uma ampla gama de oportunidades educacionais.

Ademais, pontuam ainda que:

É verdade que os professores têm se utilizado cada vez mais das TDICs como recursos para ministrar aulas, porém, limitados à utilização de apresentações digitais como *PowerPoint* ou ferramentas para elaboração de questionários, muitas vezes gamificados, simuladores, entre outros. Apesar de um avanço nesse sentido, um passo importante poderia ser dado com a incorporação de uma metodologia que trabalhasse o Pensamento Computacional por meio da Computação Desplugada. Não se deve confundir e tampouco limitar o uso do computador dentro da escola como mero manuseio para utilização de aplicações básicas, navegação na internet, ou simplesmente como suporte à realização de alguma tarefa específica (Anastacio *et al.*, 2022, p. 40).

Este apontamento de Anastacio *et al.* (2022) ressalta uma preocupação pertinente no cenário educacional contemporâneo. Embora o uso das TDICs tenha se expandido, muitas vezes sua aplicação nas salas de aula é superficial, centrada apenas em ferramentas digitais básicas. O verdadeiro potencial destas tecnologias, contudo, está na possibilidade de ir além, promovendo uma abordagem pedagógica mais profunda e integrada. Ao adotar metodologias como a CD, é possível imergir os alunos em experiências de aprendizagem ricas, que fomentam o desenvolvimento do PC de maneira integral, e não apenas focada no manuseio de ferramentas tecnológicas.

Em um contexto complementar, Brackmann (2017) enfatiza que a CD vai além das tradicionais aulas expositivas, adotando uma abordagem cinestésica⁵ na qual os alunos se engajam ativamente em atividades práticas, como mover-se, manipular cartões, desenhar, entre outras ações. Esta metodologia promove a colaboração entre os estudantes, permitindo-lhes compreender conceitos da computação por meio da interação com objetos tangíveis e do mundo real. Esta abordagem está alinhada com o construcionismo de Papert, que tem suas raízes no construtivismo, reforçando a ideia de que métodos práticos e cinestésicos são fundamentais para o ensino eficaz da Computação.

Neste cenário, a computação desplugada (ou “unplugged”) surge como uma ferramenta poderosa. Ao invés de depender exclusivamente da tecnologia, ela propõe atividades que transmitem os conceitos fundamentais da ciência da computação de maneira lúdica e interativa, sem a necessidade de computadores. Essa abordagem democratiza o acesso ao PC, permitindo que escolas com diferentes recursos possam cultivar essas habilidades em seus estudantes.

Considerando as competências gerais delineadas pela BNCC, ressalta-se a competência geral 2, a qual estabelece:

⁵ O termo “cinestesia” refere-se à percepção corporal de movimento e posição. Estudantes cinestésicos tendem a aprender melhor quando estão fisicamente envolvidos no processo, preferindo atividades práticas e táteis. O estilo de aprendizagem foi identificado pelo pesquisador neozelandês Neil Fleming ao desenvolver o modelo VARK em 1992 (Cardoso, 2023).

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

Logo, a BNCC enfatiza a necessidade de “exercitar a curiosidade intelectual” e adotar uma “abordagem própria das ciências”. Quando correlacionamos essa perspectiva com a CD, percebemos uma sinergia evidente. A CD, ao apresentar desafios e problemas que aguçam a curiosidade dos alunos, está alinhada com as Competências Específicas de Ciências da Natureza para o ensino fundamental propostas pela BNCC.

Ela incita a reflexão e a análise crítica, desafiando constantemente os estudantes a pensar sobre suas soluções e aprimorá-las e prepara os alunos para “utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética” (Brasil, 2017, p. 324). Assim, a CD contribui significativamente para o desenvolvimento de competências que são fundamentais no atual cenário educacional.

Em consonância com a proposta da BNCC, o entendimento da tecnologia e de suas soluções vai além da simples criação de artefatos digitais. A verdadeira profundidade do conceito exige uma imersão que permita aos estudantes pensarem criticamente sobre a tecnologia, suas aplicações e implicações. A CD surge como uma ferramenta eficaz nesse contexto. Por meio dela, os alunos têm a oportunidade de compreender os princípios fundamentais da computação de maneira lúdica, sem a necessidade direta de dispositivos eletrônicos.

No entanto, uma realidade preocupante é destacada pelo estudo “O abismo digital no Brasil”⁶, realizado pela PwC Brasil em parceria com o Instituto Locomotiva. A desigualdade de acesso à internet, a infraestrutura inadequada e a educação deficitária emergem como fatores que podem limitar as futuras possibilidades do país. Esta situação é agravada pelas interrogações que surgem: Diante de um mundo cada vez mais digitalizado, qual é o espaço e oportunidade para aqueles que são deixados para trás no abismo digital? O estudo da PwC (2022, p. 3) faz questionamentos pertinentes:

⁶ PwC Brasil. “O Abismo Digital”. 2022, p. 8. Disponível em: https://www.pwc.com.br/pt/estudos/preocupacoes-ceos/mais-temas/2022/O_Abismo_Digital.pdf.

No momento em que discutimos um futuro dominado por dados, automação e algoritmos e pelo trabalho remoto, que oportunidades estamos criando para milhões de cidadãos das mais variadas gerações que não têm acesso às condições básicas para adquirir as competências digitais? Qual é a chance deles em um mercado de trabalho dinâmico e exigente?

Este cenário enfatiza a importância da inserção da CD no ambiente educacional. Dado o abismo digital e as barreiras enfrentadas por muitos no acesso às competências digitais, é vital explorar metodologias que proporcionem uma compreensão profunda da tecnologia mesmo fora de um ambiente digitalizado. Com isso, preparamos os alunos com habilidades técnicas, e com o pensamento crítico e a adaptabilidade necessários para enfrentar os desafios da era digital, independentemente de suas origens ou do acesso à tecnologia.

Conforme aponta a obra “Pensamento Computacional” da Fundação Telefônica Vivo (2021), citando Cruz (s.d.), a introdução dos Fundamentos de Computação nas escolas brasileiras é fundamental por uma série de razões:

Para as escolas brasileiras, é necessário considerar os seguintes aspectos:

- A educação é a base para promoção de mudanças significativas no Brasil, em especial, através da efetivação de estudos de Fundamentos de Computação nas escolas.
- Atividades de Fundamentos de Computação, elaboradas com base nos pilares do Pensamento Computacional: Análise, Abstração e Automação são essenciais para que os estudantes desenvolvam a capacidade de resolver problemas relacionados a qualquer área do conhecimento.
- Atividades de Fundamentos de Computação, Pensamento Computacional e Computação Desplugada possibilitam a organização de pensamento necessária à resolução de problemas sobre todas as áreas de conhecimento, incidindo positivamente no desempenho escolar dos estudantes.
- Atividades de Fundamentos de Computação, Pensamento Computacional e Computação Desplugada oportunizam ao professor da escola de Educação Básica inovações nas estratégias para ministrar aulas.
- Estudos de Fundamentos de Computação devem ser iniciados nas escolas, através de atividades de Computação Desplugada que dispensam a utilização de computadores e Internet. Esses estudos abrem caminhos para além do entretenimento.
- Atividades de Fundamentos de Computação, Pensamento Computacional e Computação Desplugada são o primeiro passo para estudantes da Educação Básica tornarem-se capazes de prospectar um futuro que envolva estudo e profissão na área da Computação, da Tecnologia e da Inovação.

Diante do exposto, é urgente que as escolas iniciem o ensino de Computação, através de atividades de Pensamento Computacional e Computação Desplugada para oportunizar aos estudantes brasileiros os conhecimentos que estudantes de outros países já conquistaram há anos (...) (Cruz, s.d. *apud* Fundação Telefônica Vivo, 2021, p. 126).

Esse panorama retrata a necessidade premente de integrar esses fundamentos ao currículo escolar, destacando tanto a relevância técnica quanto a influência positiva que tais atividades têm sobre a capacidade cognitiva e o desempenho acadêmico dos estudantes.

Incorporar o PC nas aulas de Ciências através da CD é mais do que uma tendência educacional; é uma necessidade. Para formar cidadãos preparados para os desafios do século XXI, é essencial que os docentes e as escolas invistam em métodos que alinhem a curiosidade, a investigação e a criatividade.

Diante dessa perspectiva, é pertinente ressaltar a orientação da BNCC, que estabelece a necessidade de:

[...] analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza (Brasil, 2017, p. 324).

Com base nisso, a CD, com sua proposta lúdica e inclusiva, surge como uma ferramenta fundamental para alcançar esses objetivos, aprimorando a formação dos estudantes e proporcionando um aprendizado mais engajado e significativo.

Uma das pesquisas notáveis que adota e promove a metodologia desplugada no ensino de computação é a de Bell, Witten e Fellows (2011), chamada “Computer Science Unplugged”. Este trabalho, traduzido em vários idiomas e disponibilizado em csunplugged.org sob o título em português “Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador”, é um livro com atividades divertidas que têm como objetivo ensinar os princípios básicos da Computação, fundamentados em conceitos matemáticos e lógicos (Lins, 2021).

Dado o potencial transformador da CD, é essencial considerar estratégias pedagógicas que otimizem sua implementação em ambientes educacionais. Uma metodologia que se destaca por sua capacidade de aprofundar a compreensão dos alunos e fortalecer sua conexão com os conteúdos abordados é a dos 3MP. Esta abordagem, que será detalhada a seguir, pode ser uma ferramenta fundamental para integrar eficazmente a CD à prática pedagógica garantindo que os estudantes se beneficiem plenamente de suas vantagens.

2.4 Os Três Momentos Pedagógicos

Os 3MP têm suas raízes na adaptação dos princípios de Paulo Freire ao contexto da educação formal. Segundo Delizoicov (1982, *apud* Marafigo, 2022), embora Freire originalmente se focasse na alfabetização de adultos, levar seus princípios para o ensino de ciências em um ambiente educacional formal representava um desafio. Essa proposta só ganhou

UMA forma mais concreta com um projeto de Formação de Professores de Ciências Naturais na Guiné-Bissau, como destacado por Delizoicov (2008, *apud* Marafigo, 2022).

Conforme descrito por Delizoicov e Muenchen (2014), os 3MP englobam a Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Trata-se de uma abordagem inovadora e estratégica para a aprendizagem. Sua estruturação busca promover uma interação dinâmica entre professor e aluno, incentivando a reflexão crítica e a aplicação prática do conhecimento. Esta metodologia é caracterizada da seguinte maneira:

A **Problematização Inicial**, conforme definido por Delizoicov e Angotti (1994, p. 54), é o estágio em que:

[...] são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretar total e corretamente.

Esta etapa representa, portanto, um momento introdutório no qual os alunos são incentivados a confrontar questões ou cenários do mundo real que lhes são familiares e relevantes para o tópico de estudo. O principal objetivo é desafiar os alunos a expressar suas percepções e entendimentos sobre essas situações. Neste contexto, o professor desempenha um papel fundamental ao tentar compreender e avaliar o conhecimento prévio do aluno. Além de fomentar a curiosidade dos alunos, esta fase proporciona uma oportunidade para que eles avaliem criticamente suas concepções e identifiquem possíveis lacunas em seu entendimento.

Este primeiro momento pode ser entendido em dois sentidos. Primeiro, refere-se às noções prévias dos alunos, baseadas em aprendizagens anteriores, que podem ou não estar alinhadas com as teorias científicas. Em segundo lugar, a problematização busca realçar a necessidade dos alunos de adquirirem novos conhecimentos que ainda não possuem. É por essas razões que a problematização é essencial na apresentação das questões e situações (Delizoicov; Angotti, 1994).

No que tange ao segundo momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti (1994), temos a **Organização do Conhecimento**. Esta fase representa o início da instrução formal. Sob a meticulosa orientação e facilitação do professor, os alunos se aprofundam nos conceitos teóricos necessários para compreender os temas e questões introduzidos durante a Problematização Inicial. A etapa é descrita pelos autores da seguinte forma:

[...] o conteúdo é programado e preparado em termos instrucionais para que o aluno o apreenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados, e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações (Delizoicov; Angotti, 1994, p. 55).

Nesse sentido, a etapa não é apenas um período de aprendizado, mas um processo meticulosamente planejado para solidificar a base teórica dos alunos.

Esta perspectiva é reforçada por Lima *et al.* (2019) que, em seu artigo na Revista *Vivências em Ensino de Ciências*, detalham a fase de Organização do Conhecimento. As autoras postulam que nessa fase o professor orienta o estudante acerca dos assuntos científicos necessários para a compreensão da problemática inicial. Elas destacam a relevância da curiosidade no processo, pois “a problemática possibilita aos estudantes sentirem a necessidade de discutir com seus pares, pesquisar e ampliar as informações” (p. 17).

Esta etapa é crítica, pois surge da necessidade de aprofundar os conhecimentos identificados inicialmente. Além disso, as autoras ressaltam o papel crucial do diálogo como um pilar central da prática pedagógica que motiva, inquieta e guia os estudantes na produção do conhecimento.

No momento pedagógico final, denominado Aplicação do Conhecimento, ocorre a consolidação da aprendizagem alcançada pelo estudante. O objetivo é habilitar o aluno a interligar e aplicar o conhecimento recém-adquirido, tanto para resolver a problemática inicial quanto para associá-lo a contextos cotidianos diversos. Esse estágio é vital para fomentar o pensamento crítico do aluno e encorajá-lo a ser um agente transformador (Lima *et al.*, 2019).

Este processo de aplicação e consolidação, conforme discutido por Delizoicov e Muenchen (2014), envolve a revisitação dos problemas iniciais e a extensão desse aprendizado. No último estágio, os alunos têm a chance de colocar em prática o que aprenderam. Eles revisitam as questões ou situações propostas inicialmente e as analisam à luz do conhecimento recém-adquirido. Além disso, são incentivados a aplicar esse conhecimento a outras situações ou problemas que, embora não tenham sido discutidos no início, são relevantes e podem ser entendidos com base no mesmo conjunto de informações (Delizoicov; Muenchen, 2014).

Esta abordagem estruturada garante uma compreensão abrangente e aprofundada dos tópicos abordados, e coloca os alunos no centro do processo de aprendizado, tornando-o mais interativo e significativo.

Quanto aos atributos dos 3MP como dinâmica de sala de aula, destaca-se a prática sistemática do diálogo. Além disso, a abordagem dos conceitos científicos se enriquece ao se voltar para análise de situações que refletem desafios sociais intrínsecos à realidade dos alunos.

Estes desafios, identificados pela exploração da realidade local da comunidade escolar, corroboram que a construção do conhecimento se baseia em discussões pedagógicas e se fortalece através do acervo de conhecimentos prévios que os estudantes já detêm. Esse entendimento prévio serve como um marco inicial para solidificar e expandir a compreensão científica dos alunos no contexto dos 3MP (Ferreira; Paniz; Muenchen, 2016).

Dada a eficácia comprovada dos 3MP conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), esta abordagem se mostra uma ferramenta valiosa na educação. A integração dos 3MP com metodologias pedagógicas contemporâneas, como a CD e o PC, enriquece o processo de aprendizagem, especialmente no contexto do ensino de heredogramas em Ciências. A estrutura dos 3MP inicia com a **Problematização Inicial**, envolvendo os alunos em situações reais que estimulam a curiosidade e desafiam concepções prévias, pavimentando o caminho para um aprendizado ampliado e significativo.

Na OC, a orientação focada do educador é relevante, guiando os alunos através de conceitos essenciais que formam a base teórica do tópico. É nesta fase que os fundamentos do PC se tornam vitais, especialmente quando nos debruçamos sobre as complexidades dos heredogramas.

O ciclo se completa com a **Aplicação do Conhecimento**, onde a teoria se transforma em prática. Esta etapa valoriza a aplicação real do conhecimento, com um destaque particular para o ensino lúdico no contexto dos heredogramas.

Em sua totalidade, a implementação dos 3MP, juntamente com estratégias como a CD e o PC, cria um ambiente de aprendizado rico e envolvente. A meta é compreender como o ensino de heredogramas se desenvolve no âmbito dessa dinâmica, buscando proporcionar uma experiência educacional mais profunda e significativa para os alunos.

Para facilitar o entendimento desta dinâmica, o Quadro 1 a seguir apresenta uma síntese dos 3MP conforme descritos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018).

Quadro 1 - Os Três Momentos Pedagógicos

Momento Pedagógico	Descrição
<i>Problematização Inicial</i>	Envolve a apresentação de situações reais para conectar o aluno com o tema. Este momento busca questionar, explorar e problematizar o conhecimento prévio do aluno, atuando como catalisador para aprofundar o entendimento.
<i>Organização do Conhecimento</i>	É o período em que ocorre um estudo sistemático e guiado. Nesta fase, os alunos são introduzidos a conceitos teóricos e lógicos que servem de base para a compreensão mais aprofundada do tema. Este momento atua como ponte entre a problematização e a aplicação prática.
<i>Aplicação do Conhecimento</i>	Nesta etapa, os alunos têm a oportunidade de colocar em prática o que foi aprendido. O foco é aplicar conceitos científicos em cenários práticos, realçando a interdisciplinaridade e a relevância prática da aprendizagem.

Fonte: Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2018, p. 155-157, adaptado.

Após a análise e compreensão dos 3MP, é fundamental direcionar o olhar para a maneira como o ensino da Hereditariedade é abordado no ensino fundamental. Este tópico, de suma importância na formação dos estudantes, será explorado no segmento a seguir, buscando ressaltar estratégias, desafios e propostas metodológicas adequadas ao contexto escolar em questão.

2.5 O Ensino de hereditariedade no ensino fundamental

Esta seção visa abordar os fundamentos teóricos do componente curricular de Ciências, relacionados ao tema da pesquisa. É fundamental destacar a importância de desenvolver uma metodologia de ensino que estabeleça ligações entre os conteúdos de genética e a realidade dos alunos. Ao fazer isso, almeja-se um estudo mais ativo, permitindo uma construção efetiva do conhecimento científico.

Atualmente, as diretrizes curriculares são influenciadas pela BNCC, um documento orientador essencial para escolas públicas e privadas na elaboração de seus currículos. Sua adoção é obrigatória em todo o território brasileiro.

A homologação da BNCC em 2017 trouxe transformações expressivas para o ensino de Ciências no Brasil, introduzindo conteúdos de genética nos anos finais do ensino fundamental, precisamente nos 8º e 9º anos. Esses conteúdos estão alinhados à unidade temática II, intitulada “Vida e Evolução”. Segundo a BNCC, os principais objetos de conhecimento nesse contexto abrangem “Mecanismos reprodutivos”, “Hereditariedade” e “Ideias evolucionistas”, sendo explorados por meio de habilidades específicas designadas para os respectivos anos (Brasil, 2017).

Assim, a BNCC destaca em sua estrutura para o ensino fundamental os conceitos essenciais que auxiliam os alunos a entenderem as complexas relações e processos evolutivos que deram forma à biodiversidade do nosso planeta.

Dentro da unidade “Vida e Evolução”, um dos principais objetos de conhecimento é a “Hereditariedade”. Este tópico explora como características são transmitidas de uma geração para outra, lançando luz sobre os fundamentos da genética e como os organismos herdam traços de seus progenitores. Além da hereditariedade, a unidade também se aprofunda em “Ideias Evolucionistas”, fornecendo aos alunos uma visão das teorias e evidências que sustentam a compreensão da evolução biológica. Esta seção é essencial para entender como as espécies se adaptam e mudam ao longo do tempo.

Em sua trajetória educacional, o nono ano do ensino fundamental é marcado por ser um período fundamental no desenvolvimento cognitivo e acadêmico do aluno. Nesta etapa, os estudantes são apresentados a conceitos mais elaborados e complexos, os quais requerem abordagens pedagógicas diferenciadas para sua compreensão plena. Dentre esses conceitos, destaca-se o estudo da hereditariedade, inserido na unidade temática “Vida e Evolução”, conforme delineado na BNCC.

Neste contexto, a BNCC, em sua página 351, explicita habilidades específicas que os estudantes devem adquirir durante este ano letivo. A habilidade (EF09CI08) foca na associação dos gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações genealógicas entre ancestrais e descendentes. Já a habilidade (EF09CI09) enfatiza a discussão em torno das ideias revolucionárias de Mendel sobre hereditariedade. Tais ideias, que abordam fatores hereditários, segregação, gametas e fecundação, são fundamentais para que os alunos possam resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

No entanto, ensinar esses conceitos e habilidades não é uma tarefa trivial. A complexidade inerente à genética muitas vezes pode se tornar um obstáculo para o entendimento dos estudantes. É aqui que emerge a relevância do ensino lúdico dos heredogramas. Compreender a hereditariedade e a genética por meio de abordagens lúdicas pode simplificar o aprendizado e torná-lo mais envolvente, significativo e duradouro.

Assim, neste trabalho, ao reconhecer a importância da hereditariedade no currículo do nono ano, propõe-se uma investigação sobre o ensino de heredogramas no ensino fundamental, com o objetivo de melhorar a compreensão dos alunos e proporcionar experiências de aprendizado mais ricas e envolventes. Esta abordagem se alinha com as diretrizes educacionais contemporâneas.

A BNCC estabelece competências gerais que visam a formação acadêmica e o desenvolvimento humano integral dos estudantes. Ao desenhar propostas pedagógicas que aliam o conteúdo técnico-científico à formação ética e cidadã, é imperativo considerar como tais competências podem ser entrelaçadas ao currículo. No contexto deste trabalho, que foca no ensino de heredogramas no nono ano do ensino fundamental, torna-se evidente que a união entre conteúdo específico e competências gerais pode proporcionar uma experiência de aprendizado profundamente significativa. Analisemos como o processo de ensino-aprendizagem da genética e hereditariedade pode incorporar e enfatizar essas competências. A inter-relação entre as competências gerais da educação básica e o ensino de heredogramas é esquematizada no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Relação entre as competências gerais da educação básica e o ensino de heredogramas no 9º ano

Competências Gerais	Correlação com o Ensino de Heredogramas
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.	A história da genética e a evolução do entendimento humano sobre a herança genética proporcionam uma visão contextualizada, ajudando os alunos a entenderem o mundo ao seu redor.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	Os heredogramas oferecem uma oportunidade prática para os alunos investigarem e elaborarem hipóteses sobre padrões de hereditariedade.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.	Os heredogramas são, por si só, uma forma visual e simbólica de linguagem que ajuda os alunos a se expressarem e entenderem conceitos genéticos.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	Softwares e ferramentas digitais podem ser utilizados para criar, analisar e compreender heredogramas de forma interativa.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.	A compreensão da hereditariedade pode levar a discussões sobre diversidade genética, aceitação e valorização das diferenças individuais.

Fonte: Autora, 2023 - com base na BNCC, Brasil, 2017, p. 9-10 e Godoy, 2018, p. 102.

Apresentada no Quadro 2 observamos a correlação entre as competências gerais da educação básica e a instrução específica de heredogramas no ensino fundamental. Este quadro ilustra a integração dessas competências ao tema, e destaca a importância de se trazer uma perspectiva moderna e interdisciplinar ao ensino de genética.

Os destaques do quadro evidenciam a pertinência de uma abordagem educacional que incorpore a curiosidade intelectual (competência 2) e a versatilidade em linguagens (competência 4) no ensino dos heredogramas. A sinergia entre essas competências e o tema demonstra como o estudo dos heredogramas pode aprimorar habilidades críticas e comunicativas dos estudantes. Assim, além de proporcionar um entendimento sólido sobre hereditariedade, também preparamos os alunos para serem cidadãos reflexivos, aptos a participarem ativamente de uma sociedade em transformação.

No contexto das atualizações curriculares, ressalta-se a necessidade de adotar recursos educacionais contemporâneos em genética. Essa diretriz objetiva cumprir as competências gerais da educação básica, e promover o desenvolvimento holístico dos alunos, almejando a

formação de cidadãos que contribuam para uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2017).

Seguindo esse raciocínio, ao observarmos a educação formal por um prisma contemporâneo, reconhecemos que os tópicos discutidos em sala de aula devem ter como meta a aprendizagem significativa. É essencial que os conteúdos não apenas sejam assimilados, mas também ressoem com os estudantes, capacitando-os a atuar de forma crítica nos variados cenários que encontrarem. Nesse sentido, a inclusão da genética no currículo de Ciências assume um papel de destaque. Ela facilita o reconhecimento da intersecção entre ciência e tecnologia na sociedade e empodera os alunos a formarem opiniões e a tomarem decisões embasadas (Agamme, 2010).

Dando continuidade a essa linha de pensamento, é pertinente ressaltar o potencial intrínseco do ensino de genética, e em particular, dos heredogramas. Estes, enquanto representações gráficas da transmissão de características genéticas, desempenham um papel vital na compreensão das complexidades da herança genética. Ao se aprofundar no estudo dos heredogramas, os alunos assimilam os princípios fundamentais que regem a hereditariedade e se deparam com questões reais que permeiam suas vidas, como a predisposição a certas doenças ou características familiares. Essa abordagem, por sua vez, capacita os estudantes a desenvolverem um pensamento crítico robusto e a compreender a interação entre genes, herança e a incrível diversidade da vida. Assim, eles estão preparados para se posicionar e opinar, de forma fundamentada, sobre dilemas genéticos e bioéticos que encontram no mundo contemporâneo.

Dando suporte a esta perspectiva, Griffiths (2013) ressalta que as muitas indagações primordiais da biologia encontram respostas na genética, a qual elucida questões vitais, e conduz a aplicações de suma importância em diversas áreas do conhecimento humano, como a medicina e a agricultura. Em suas palavras, a genética “é o estudo de todos os aspectos dos genes. Por sua vez, genes são definidos como as unidades fundamentais da informação biológica” (p. 2).

Apesar da reconhecida importância da genética no currículo escolar, o ensino desse conteúdo não está isento de desafios. Um dos maiores obstáculos reside na dificuldade que os alunos enfrentam ao tentar conectar conceitos abstratos da genética à sua realidade cotidiana.

A respeito dessa barreira no ensino de genética, Agamme (2010, p. 8-9) destaca:

Os alunos normalmente acham que os conceitos da disciplina são muito abstratos, afinal eles não conseguem enxergar muitos dos objetos de estudo da matéria. Também, não vêem uma relação entre o que estão estudando e suas vidas. Por este motivo, alguns perguntam: “Pra que estamos aprendendo isso?” e “No que a gente usa isso?”. Isso acaba causando um desinteresse em entender a matéria. É comum que os alunos não tenham uma visão completa do processo. O ensino costuma ser fragmentado e a divisão celular, por exemplo, é ensinada separadamente das leis de Mendel. Assim os estudantes não conseguem ou conseguem pouco, relacionar esses conhecimentos. Fica evidente que os conceitos sobre as divisões celulares são fundamentais para entender as leis que regem a herança genética e quando se trata de divisão celular, surgem muitas dúvidas que nem sempre são satisfatoriamente sanadas, gerando uma cascata de conceitos errados, prejudicando o ensino e a aprendizagem da genética em muitos outros campos de seu estudo.

Esses desafios apresentados por Agamme (2010) ressaltam a necessidade urgente de uma revisão nas metodologias adotadas no ensino da genética. Tornar os conceitos menos abstratos e mais contextualizados é crucial para engajar os alunos e promover uma aprendizagem significativa. Além disso, o ensino interdisciplinar pode ajudar a estabelecer as conexões vitais entre os diferentes tópicos em Ciências. Diante desse cenário, é essencial que os educadores busquem abordagens inovadoras e considerem a formação continuada como uma ferramenta valiosa para superar essas barreiras pedagógicas. Afinal, o objetivo não é apenas ensinar conceitos, mas preparar os alunos para uma compreensão crítica e aplicada do mundo ao seu redor.

Frequentemente, em meio aos desafios de ensinar genética, alguns professores recorrem a métodos tradicionais de ensino, relegando o aluno a um papel passivo. Tal abordagem prioriza a transmissão direta de conteúdos e a execução de exercícios centrados na memorização, sem incentivar a exploração de conhecimentos prévios ou fomentar a curiosidade. Assim, os alunos são levados a focar apenas em solucionar problemas de forma mecânica, sem a oportunidade de engajar-se profundamente ou relacionar o aprendizado com contextos mais amplos.

Estes direcionamentos vão de encontro com o verdadeiro objetivo do ensino, pois este deve se voltar a um constante movimento da atividade humana. Ao adentrar a profundidade dessas questões, é imprescindível considerar a diversidade de perspectivas teóricas que circundam a construção e apropriação do conhecimento. Na ótica de Mizukami (1996, p. 1),

O conhecimento humano, dependendo dos diferentes referenciais, é explicado diversamente em sua gênese e desenvolvimento, o que condiciona conceitos diversos de homem, mundo, cultura, sociedade, educação, etc. Dentro de um mesmo referencial, é possível haver abordagens diversas, tendo em comum apenas os diferentes primados: ora do objeto, ora do sujeito, ora da interação de ambos. Diferentes posicionamentos pessoais deveriam derivar diferentes arranjos de situações ensino aprendizagem e diferentes ações educativas em sala de aula, partindo-se do pressuposto de que a ação educativa exercida por professores em situações planejadas de ensino-aprendizagem é sempre intencional. Subjacente a esta ação, estaria presente – implícita ou explicitamente, de forma articulada ou não – um

referencial teórico que compreendesse conceitos de homem, mundo, sociedade, cultura, conhecimento, etc.

Diante de tais exposições, tem-se que a realidade da educação é complexa. Assim, não se pode tratá-la de modo reduzido e simplista. Faz-se necessário que as abordagens tenham em mente os vários fatores que têm influência no processo de aprendizagem e no ser que aprende.

Na visão de Delizoicov e Angotti (1994) o aspecto crítico que se faz do ensino das Ciências, provém do distanciamento excessivo ou da desvinculação que se faz dos fenômenos e das situações que estão presentes no universo dos alunos. Tais autores afirmam que:

[...] esforços recentes de se trabalhar os mesmos conteúdos de ensino mais vinculados àquele universo mostram que é possível, neste nível de ensino, uma efetiva aproximação dos modelos e das abstrações contidas no conhecimento científico e sua aplicação em situações reais e concretas (p. 53).

Essa ênfase na utilização dos conhecimentos prévios dos alunos, como destacado por Delizoicov e Angotti (1994), ressalta a importância de uma abordagem pedagógica que valorize a experiência e o contexto dos alunos no ensino de Ciências.

O ensino de heredogramas no ensino fundamental, inserido no vasto domínio da genética, é uma área que se beneficia enormemente da intersecção de diversas abordagens pedagógicas e conceitos, incluindo o PC e a estratégia dos 3MP. O entendimento profundo e a aplicação destes conceitos podem enriquecer consideravelmente o processo de ensino-aprendizagem. Para ter uma visão mais clara de como esses elementos se entrelaçam e contribuem para a eficácia do ensino de genética e heredogramas, é essencial explorar o que a literatura apresenta. É o que é abordado na sequência.

2.5.1 Intersecção do PC com o Ensino de Ciências

A integração do PC no ensino de Ciências propicia uma abordagem que expande a compreensão dos alunos no estudo de heredogramas. Este enfoque computacional permite examinar a complexidade da genética sob uma nova luz, empregando métodos que simplificam e esclarecem conceitos científicos complexos.

Como Amorim e Barreto (2023, p. 32) enfatizam:

Além da programação, o foco está na capacidade de analisar dados, resolver problemas complexos, colaborar em equipe, pensar criticamente e se adaptar às rápidas mudanças tecnológicas. Todavia, essas compreensões serviram de base para as abordagens futuras. Na atualidade, o PC começa a ser visto como uma capacidade

fundamental para o empoderamento cognitivo e a preparação dos estudantes para o futuro.

Esta citação ressalta a importância versátil do PC na educação em termos de habilidades técnicas e como um meio de preparar os estudantes para desafios futuros.

A Figura 3, que será discutida em detalhe, exemplifica a aplicação dos elementos do PC no ensino de Ciências, ilustrando como competências como coleta, análise e representação de dados, bem como abstração e simulação, podem ser empregadas para realçar o processo de aprendizado científico. Esta abordagem é explicitamente representada na Figura 3, que demonstra a conexão entre as atividades de ensino de Ciências e os conceitos do PC, oferecendo um mapeamento visual de como técnicas computacionais podem ser incorporadas em cada etapa do processo científico.

Figura 3 - Sugestões de inserção de elementos de pensamento computacional no ensino de Ciências

Ensino de Ciências	Conceitos do pensamento computacional
Coletar dados em um experimento	COLEÇÃO DE DADOS
Analisar dados de um experimento	ANÁLISE DE DADOS
Resumir dados de um experimento	REPRESENTAÇÃO DE DADOS
Realizar uma classificação de espécies	DECOMPOSIÇÃO DE PROBLEMAS
Construir um modelo de uma entidade física	ABSTRAÇÃO
Criar um procedimento experimental	ALGORITMO E PROCEDIMENTOS
Usar simulação de dados	AUTOMAÇÃO
Realizar experimentos com diferentes parâmetros simultaneamente	PARALELISMO
Simular os movimentos do Sistema Solar	SIMULAÇÃO

Fonte: Adaptado de Gewandsznajder, Fernando, Pacca, Helena, 2022, p. 21. Elaborado com base em Barr e Stephenson, 2011.

Com a Figura 3 em mente, é possível inferir a relevância intrínseca do PC no aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino de Ciências. A análise dos dados colhidos em experimentos científicos, por exemplo, é enriquecida pelo PC através de técnicas rigorosas

de coleta e análise, o que facilita a interpretação de resultados complexos e a construção de conhecimento significativo.

A representação de dados, importantíssima para a síntese e compartilhamento de informações, é potencializada pela capacidade do PC de transformar dados brutos em formatos mais compreensíveis, permitindo uma comunicação científica eficaz e acessível. Da mesma forma, a decomposição de problemas, um componente chave do PC, é refletida na abordagem de classificação de espécies, onde a complexidade é sistematicamente dividida em unidades menores e mais gerenciáveis para facilitar a compreensão e a análise.

A habilidade de abstração, outro pilar do PC, é demonstrada na construção de modelos de entidades físicas, enfatizando a importância de isolar variáveis e identificar padrões centrais, removendo detalhes supérfluos. A criação de procedimentos experimentais em Ciências espelha o desenvolvimento de algoritmos e procedimentos no PC, estabelecendo sequências lógicas de ações para alcançar resultados precisos e reproduzíveis.

O PC também traz para o campo científico a automação de simulações de dados, liberando os cientistas de tarefas repetitivas e permitindo foco em inovação e descoberta. Em termos de paralelismo, a capacidade de realizar múltiplas operações ou experimentos simultaneamente é fundamental para a eficiência e profundidade do estudo científico.

Por último, o conceito de simulação é particularmente relevante na exploração de fenômenos científicos, como os movimentos do sistema solar, possibilitando experimentação e análise em um ambiente controlado e virtual, o que fornece perspectivas que podem ser inacessíveis por meio de métodos experimentais tradicionais.

Portanto, a partir da análise da Figura 3, fica claro que o PC não é apenas um complemento, mas uma extensão crítica das capacidades científicas, proporcionando aos estudantes um conjunto robusto de ferramentas para se adaptar e influenciar um mundo cada vez mais influenciado pela ciência e tecnologia. Esse entendimento é reforçado na literatura, onde a utilidade do PC é evidenciada não apenas em contextos científicos, mas em uma variedade de componentes curriculares.

Neste sentido, Gewandsznajder e Pacca (2022) realçam a versatilidade do PC, destacando sua aplicação transversal em vários componentes do currículo, o que vai além da sua tradicional associação com a Matemática. Eles enfatizam que o PC fortalece a aprendizagem em diversas áreas, sublinhando sua importância em desenvolver o raciocínio crítico dos estudantes. A funcionalidade transdisciplinar do PC é particularmente notável ao considerarmos sua aplicação durante eventos globais críticos, como a pandemia da Covid-19.

Gewandsznajder e Pacca (2022) ilustram como o PC foi utilizado para analisar e formular respostas a esta crise, decompondo o problema em componentes fundamentais e identificando padrões que informaram a criação de estratégias eficazes.

Eles detalham esta abordagem na seguinte passagem:

Como mais um exemplo de atividade, podemos considerar o estudo sobre a ocorrência de uma pandemia, como a de covid-19, que provocou a morte de centenas de milhares de pessoas em todo o planeta nos últimos anos. É possível **decompor** o problema em seus diferentes constituintes: qual é o agente causador, quais são as características do grupo de seres vivos a que pertence, quais sintomas causa nos seres humanos, como é transmitida, entre outros fatores. Em seguida, **padrões** podem ser reconhecidos por meio da identificação de semelhanças com outros vírus: taxa de transmissão, sintomas, cadeia de eventos que se sucederam em pandemias anteriores etc. A **abstração** permite identificar como se espera que a pandemia evolua, a partir do que já se sabe de manifestações globais de doenças anteriores. Também permite eliminar fatores que não contribuem para a solução do problema. Por fim, o **algoritmo** se materializa na forma de um conjunto de medidas que devem ser tomadas com o objetivo de erradicar o problema e que possam servir para o caso de alguma situação semelhante tornar a ocorrer no futuro (p. XXII).

Este exemplo ilustra claramente como o PC pode ser aplicado em contextos reais e complexos para decompor problemas e formular soluções estratégicas. De maneira similar, no ensino específico de heredogramas, observa-se uma transformação fundamental na abordagem dos alunos graças ao PC. Assim como na análise da pandemia, a decomposição, o reconhecimento de padrões e a abstração são aplicados para simplificar e esclarecer os complexos heredogramas, tornando-os mais acessíveis aos estudantes. Esta metodologia permite que os alunos quebrem os heredogramas em componentes mais gerenciáveis, aprimorem o reconhecimento de padrões hereditários e concentrem sua atenção nas informações genéticas mais relevantes. A criação de algoritmos, por sua vez, oferece uma estrutura lógica e metódica para a análise e montagem de heredogramas, exemplificando a aplicabilidade transdisciplinar do PC no campo educacional.

Portanto, ao aplicar o PC ao ensino de heredogramas, os educadores melhoram a compreensão dos alunos em genética. Esta abordagem os dota de habilidades essenciais para resolver problemas complexos e para aplicar o conhecimento científico de forma eficaz em contextos reais e contemporâneos. Mais do que um mero complemento, o PC se estabelece como um elemento vital para a inovação no currículo de Ciências, abrindo novas possibilidades para o ensino e aprendizagem em genética. A incorporação do PC no componente curricular de Ciências representa uma abordagem enriquecedora, trazendo métodos e perspectivas inovadoras para a educação científica.

2.6 Estudos relacionados

Na busca por compreender a paisagem acadêmica associada à dinâmica dos 3MP, ensino de genética e CD no campo do ensino de Ciências, empreendeu-se um estudo nas bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico e repositórios de algumas universidades federais. Priorizamos as teses e dissertações que se conectam ao escopo desta pesquisa.

Para a nossa busca, empregou-se os descritores “Ensino”, “Ciências”, “3MP”, “Três Momentos Pedagógicos”, “Genética”, “Heredograma”, “Computação Desplugada”, “Ensino Fundamental” e “Pensamento Computacional”. A partir deste filtro, selecionamos trabalhos que dialogam diretamente com o propósito central deste estudo.

É importante sublinhar que, apesar de nossa intenção em apresentar uma visão abrangente, este mapeamento não se configura como um “estado da arte” ou um “estado do conhecimento” sobre o tema. Buscamos, sobretudo, evidenciar pesquisas que entendemos ser relevantes para a construção do produto educacional proposto nesta dissertação e para enriquecer o debate em torno do tema abordado.

Os trabalhos estão listados no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Estudos relacionados

Título	Autor (Ano)	Estudo
<i>Heredogramas familiares na educação básica: ensino e aprendizagem pela interdisciplinaridade e contextualização do conhecimento.</i>	Vestena (2015)	Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, RS.
<i>Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes.</i>	Marengão (2012)	Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás – UFG.
<i>Os conteúdos da genética a partir do jogo didático trilha das ervilhas.</i>	Silva (2019)	Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco.
<i>O pensamento computacional e as contribuições para o estudo da álgebra no ensino fundamental.</i>	Schneider (2020)	Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
<i>Pensamento Computacional no Ensino de Gramática de Língua Inglesa: Atividades para o Ensino Fundamental II</i>	Lins (2021)	Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).
<i>A Temática Mineração em Sala de Aula: Apropriação dos Três Momentos Pedagógicos para uma Abordagem CTS no Ensino de Ciências</i>	Souza (2019)	Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Faculdade de Educação.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O trabalho intitulado “Heredogramas familiares na educação básica: ensino e aprendizagem pela interdisciplinaridade e contextualização do conhecimento” sendo de autoria de Rosemar de Fátima Vestena (2015), é uma pesquisa de abordagem qualitativa e quali-quantitativa que teve como problemática “Como os heredogramas das famílias dos estudantes podem contribuir no processo de ensino e aprendizagem da hereditariedade e do contexto histórico, social e cultural na educação básica?” (Vestena, 2015, p. 35).

A autora adverte que o uso de gráficos, como os empregados nos heredogramas, perpassa e problematiza os diferentes conteúdos relacionados às heranças humanas. Além disso, o recurso de ensino supracitado é capaz de ir além dos conhecimentos no campo da genética e alcançar até contextos histórico-social e cultural dos aprendizes.

A intervenção foi realizada em uma escola de educação básica no município de Nova Palma no Rio Grande do Sul. Utilizou-se como instrumento de coleta de dados, a análise documental de materiais didáticos, produzidos pelos estudantes que foram interpretados pela análise de conteúdo. O estudo proposto, acentua as potencialidades didáticas do estudo dos heredogramas nos diferentes níveis e modalidades da educação básica. Na ótica de Vestena (2015), os resultados do trabalho denotaram que os heredogramas atuaram como vetores de ações educativas contextualizadas e interdisciplinares, representando recursos capazes de provocar diferentes conhecimentos, contribuindo para a reflexão docente sobre propostas pedagógicas que lancem mão de conhecimentos do cotidiano escolar e os interprete cientificamente.

Outro trabalho analisado foi o de autoria de Leonardo Santiago Lima Marengão (2012), desenvolvido na Universidade Federal de Goiás, intitulado “Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes”. Tratou-se de uma pesquisa qualitativa envolvendo vinte e sete estudantes do primeiro semestre de um curso noturno, Técnico em Transporte de Carga, que participa do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Goiás – Campus Anápolis.

O objetivo do trabalho residiu em avaliar em que sentido, ou até que ponto, os participantes da intervenção se apropriaram da construção de problemas de Física, passando a perceber a presença deles em situações do cotidiano. Assim, o estudo foi pautado na análise da possibilidade dos estudantes identificarem problemas de Física em seu cotidiano, após terem tido aulas de Mecânica.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram aplicados questionários com vistas a avaliar as percepções dos estudantes a respeito da utilização dos 3MP, além de avaliar a

apropriação de conceitos físicos através da atividade de formulação de problemas pelos estudantes. Destaca-se que a coleta de dados foi efetivada em duas etapas: a primeira, questionários aplicados a todos os estudantes, constituídos por questões abertas. Já na segunda etapa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com alguns estudantes. Posteriormente, as respostas aos questionários e o resultado das transcrições foram interpretados sob a perspectiva da Análise de Conteúdo.

De acordo com os resultados da pesquisa, Marengão (2012) considerou que contribuiu com os 3MP levantando uma nova perspectiva: a participação dos estudantes ao longo de todo o processo e não somente na Problematização Inicial. Quando houve o pedido aos estudantes para que formulassem problemas de Física durante as três etapas, o autor acredita ter conseguido manter o envolvimento dos alunos de forma a desenvolver um processo educativo dialógico e problematizador no qual o universo cultural dos estudantes esteve presente todo o tempo. Ademais, o já citado autor afirma que a possibilidade da construção de problemas de Física fora do ambiente escolar só foi possível mediante a postura dialógica do professor aliada com a participação ativa dos estudantes no decorrer do processo.

O terceiro trabalho revisado refere-se ao de autoria de Sergivaldo Leite da Silva (2019), é intitulado “Utilizando os jogos didáticos para o ensino de genética” e vincula-se à Universidade Federal de Pernambuco. A proposta foi aplicada em uma escola pública estadual no município de Ribeirão, Estado de Pernambuco. Os participantes foram 120 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Como justificativa da pesquisa, o autor menciona que deve-se à necessidade de um novo mecanismo no ensino de genética capaz de proporcionar uma melhor compreensão.

O objetivo do trabalho foi aplicar um jogo de tabuleiro, para trabalhar os conteúdos da genética no ensino médio, jogos estes com aplicação em sala de aula e construídos baseados em jogos tradicionais existentes no mercado. A realização do trabalho se subdividiu em quatro fases: fase de sondagem; fase de elaboração/produção do jogo; fase de execução do jogo e fase de análise dos resultados.

Silva (2019) corrobora no referido trabalho que os estudantes demonstraram uma melhora significativa nos seus conhecimentos sobre o tema abordado, em especial nos conceitos empregados nos conteúdos de genética. A proposta do jogo trilha das ervilhas foi salutar e, segundo o autor, restou demonstrado que as atividades lúdicas atraem a participação do estudante e que, embora os conceitos de alguns termos sejam considerados de difícil entendimento, a aplicação do jogo, foi capaz de trazer entusiasmo, motivação, ambiente agradável, enriquecido e possibilitando a aprendizagem de várias habilidades de forma interativa e divertida.

O quarto trabalho que tem por título “O pensamento computacional e as contribuições para o estudo da álgebra no ensino fundamental”, de autoria de Camila Schneider, vincula-se à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Refere-se a um estudo aplicado no decorrer do ano letivo de 2019, em que os alunos do 8º ano do ensino fundamental aprenderam de forma paralela os conteúdos teóricos de Álgebra.

O trabalho em apreço apresentou como questão central da pesquisa a seguinte: Como o ensino da Álgebra pode contribuir para o desenvolvimento do Pensamento Computacional nos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental?

Para a obtenção dos resultados, Schneider (2019) aplicou atividades desenvolvidas por 64 estudantes e um questionário de perguntas abertas, sendo que as respostas foram auferidas de 41 alunos. A autora lançou mão do estudo de caso, analisando e apresentando os resultados pela abordagem da pesquisa qualitativa. Da análise feita, restou afirmado no trabalho que os alunos conseguem fazer relação entre a Álgebra e o PC, principalmente quando descrevem que os algoritmos atuam como facilitadores do entendimento da Álgebra. Foi possível também verificar que os quatro pilares do PC foram desenvolvidos por meio das atividades realizadas, pois, segundo a pesquisadora os grupos dos estudantes reconheceram a presença dos padrões na elaboração de expressões algébricas e o algoritmo, entenderam que na resolução de problemas ocorre a aproximação da Álgebra ao PC, além da compreensão de que as aulas teóricas do PC forneceram aos estudantes a possibilidade de atribuir um maior significado às atividades desenvolvidas.

A pesquisadora destaca que o PC por ser desenvolvido com os estudantes por diferentes abordagens e diferentes componentes curriculares. Há o ressalte também de que se faz necessário o desenvolvimento de futuras pesquisas na área da educação sobre o desenvolvimento do PC nos estudantes de modo a desafiá-los a resolverem problemas e a obterem maiores significados dos conteúdos ministrados em aula.

É importante destacar que, de maneira geral, os trabalhos revisados concordam que existem diversas potencialidades didáticas no ensino de temas considerados complexos. No entanto, para aproveitar essas potencialidades, é essencial que tais temas sejam abordados de maneira otimizada e contextualizada, estabelecendo relações entre o conteúdo ensinado e a vida prática dos estudantes.

O quinto trabalho tem por título “Pensamento Computacional no ensino de gramática de Língua Inglesa: atividades para o Ensino Fundamental II”, de autoria de Thais Mazotti Lins (2021), é uma pesquisa que se aprofunda na intersecção entre o PC e o ensino de gramática da Língua Inglesa para o ensino fundamental – anos finais.

A pesquisa tem finalidade aplicada, visando usar informações disponíveis para atender às necessidades e interesses do público-alvo, neste caso, verificar se o PC pode auxiliar os professores no processo de ensino e aprendizado de uma Língua Adicional (LA). A pesquisa também abrange aspectos da pesquisa-formação com professores de Língua Inglesa (LI) e possui natureza qualitativa, priorizando dados predominantemente descritivos.

A pesquisa foi direcionada a professores de inglês do ensino fundamental – anos finais, da cidade de Foz do Iguaçu. Quanto à coleta de dados, tem-se que iniciou com a submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Após a aprovação, foi elaborado um formulário de pesquisa com o auxílio do *Google Forms*, que foi enviado para os professores de inglês do ensino fundamental – anos finais, da cidade de Foz do Iguaçu. O formulário foi composto por três questionamentos. A análise dos dados seguiu um processo indutivo, e os dados coletados traduziram a realidade observada em campo no que diz respeito à aplicação do PC em atividades didáticas desplugadas de LI. Os conteúdos mais citados pelos professores no formulário foram utilizados para a análise.

Lins (2021) destaca que aprender um idioma é um desafio para muitos, e o PC surge como uma ferramenta promissora para superar obstáculos no ensino de uma nova língua. A autora enfatiza que as atividades baseadas no PC não necessariamente requerem o uso de computadores, podendo ser realizadas com o apoio direto do professor, promovendo a independência e o engajamento dos alunos.

A pesquisa foi conduzida com professores de inglês da cidade de Foz do Iguaçu, cujas respostas serviram de base para a elaboração de atividades didáticas. Estas atividades foram posteriormente consolidadas em um e-book, que foi apresentado em um curso de extensão piloto. Os resultados indicaram que os professores encontraram valor nas atividades propostas, sentindo-se motivados a incorporar o PC em suas aulas de inglês.

Na perspectiva de Lins (2021), o estudo reforça a importância do PC como uma ferramenta pedagógica inovadora, capaz de enriquecer o ensino de gramática da LI e de promover uma abordagem mais contextualizada e interativa no ambiente educacional.

Compondo o sexto trabalho revisado tem por autoria Bruna Costa de Souza (2019) intitulado “A Temática Mineração em Sala de Aula: Apropriação dos Três Momentos Pedagógicos para uma Abordagem CTS no Ensino de Ciências” e está vinculado à Universidade Federal de Minas Gerais. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da Rede Estadual de ensino na cidade de Contagem, região metropolitana de Belo Horizonte/MG.

Como justificativa da pesquisa, a autora destaca a relevância da mineração, uma atividade econômica significativa para o estado de Minas Gerais, e a necessidade de

compreender como essa temática é abordada em sala de aula. O objetivo principal do estudo foi analisar as práticas pedagógicas relacionadas à temática da mineração e identificar os desafios e perspectivas para sua inserção no currículo escolar.

A metodologia adotada envolveu a aplicação de questionários, filmagens das aulas, gravação de áudios, anotação em caderno de registro, e uma visita orientada a uma mineradora. A pesquisa teve um caráter predominantemente qualitativo. A sequência didática proposta foi construída a partir da perspectiva dos 3MP, visando abordar a temática mineração de forma integrada ao currículo de Ciências.

A autora ressalta que a temática da mineração é crucial para o ensino de Ciências em Minas Gerais, especialmente considerando a relevância econômica e social da atividade para o estado. No entanto, é essencial disponibilizar mais recursos e capacitação para os professores, permitindo que abordem o tema de forma crítica e integrada ao currículo escolar.

No contexto do trabalho de Souza (2019) analisado, os 3MP foram utilizados como uma ferramenta didático-pedagógica para estruturar a sequência didática proposta. Esta abordagem foi escolhida por sua capacidade de tornar o ensino de ciências mais atrativo e interessante, permitindo que os alunos se tornem mais críticos e participativos ao longo de todo o processo.

A autora, supracitada, destaca que os 3MP, quando conduzidos a partir da concepção dialógica de Paulo Freire e da realidade do educando, podem potencializar o processo de ensino/aprendizagem. Esta dinâmica é vista como uma ferramenta que pode guiar o desenvolvimento curricular geral e o trabalho específico em sala de aula.

Além disso, a autora ressalta que a temática da mineração, quando abordada a partir da perspectiva dos 3MP pode proporcionar uma compreensão mais profunda e crítica sobre o assunto, permitindo aos alunos desenvolverem habilidades necessárias para se posicionar frente às controvérsias que envolvem a mineração.

Em resumo, os 3MP são apresentados no trabalho como uma abordagem didática valiosa que pode enriquecer o ensino de ciências, especialmente quando se trata de temas complexos e relevantes como a mineração.

3 O PRODUTO EDUCACIONAL

No presente capítulo, procede-se à descrição detalhada da escola que constituiu o cenário principal desta investigação, destacando suas principais características e o contexto educacional em que está inserida. Além disso, este capítulo aborda a identificação e caracterização dos participantes da pesquisa, enfocando no perfil dos alunos do 9º ano que participaram ativamente do estudo e contribuíram significativamente para os resultados obtidos. Outro aspecto fundamental abordado neste capítulo é o produto educacional desenvolvido como parte integrante desta dissertação: uma sequência didática cuidadosamente elaborada.

3.1 *Lócus* da prática e público-alvo

O local de implementação da sequência didática foi a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Presidente Tancredo de Almeida Neves, uma instituição pública de Educação Básica da rede estadual, localizada na Zona Sul de Porto Velho, capital do estado de Rondônia.

Fundada sob o Decreto nº 2945 de 20 de maio de 1986, durante a gestão do Governador Ângelo Angelim, a escola foi estabelecida em resposta à crescente demanda da população que se instalou na região durante a década de 80.

A Figura 4 ilustra a entrada principal da escola.

Figura 4 - Entrada principal da escola Tancredo Neves



Fonte: Autora, 2023.

A missão da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Presidente Tancredo de Almeida Neves é proporcionar um ensino de qualidade que abrange desde o ensino fundamental até o médio. A instituição atende atualmente turmas de 6º ao 9º ano do Ensino Regular e a 8ª

série na modalidade seriada da EJA - Ensino Médio. Com aproximadamente 1.050 alunos distribuídos em 12 salas de aula, a escola opera em horários matutino e vespertino. Na Figura 5 vemos parte da estrutura da escola.

Figura 5 - Visão panorâmica interna da escola Tancredo Neves (Lócus da pesquisa)



Fonte: Autora, 2023.

Localizada próxima a um conjunto de órgãos públicos, a escola é dotada de infraestrutura que inclui salas de aula, um pátio, quadra de esportes coberta, sala de leitura/biblioteca, laboratório de informática e uma sala adaptada para vídeo e TV Escola. Em 2017, foi adicionado um auditório para 120 pessoas, financiado por uma emenda do Deputado Aécio da TV.

Apesar de suas características urbanas, a Escola Presidente Tancredo de Almeida Neves também atende alunos da zona rural, especialmente da Colônia Viçosa. A maioria dos estudantes chega à escola a pé, de bicicleta ou de ônibus. A escola se destaca pela inovação e diversificação de suas metodologias de ensino, criando um processo de aprendizado mais envolvente e significativo. A escola foi selecionada para esta pesquisa por ser o local de trabalho da professora responsável pelo estudo, que envolveu uma turma de alunos do 9º ano.

A pesquisa envolveu um grupo de 24 alunos do 9º ano, com idades variando entre 14 e 15 anos. A composição do grupo foi predominantemente feminina, com 16 alunas e 8 alunos participantes. Este grupo foi selecionado devido à relevância e aplicabilidade da sequência didática de genética e PC para sua faixa etária e nível educacional.

Os alunos participaram voluntariamente da pesquisa, com o consentimento dos responsáveis devidamente documentado. A diversidade do grupo permitiu uma abordagem inclusiva e representativa das diferentes experiências e perspectivas dentro do contexto educacional. A pesquisa foi desenvolvida com um enfoque especial na promoção de uma

experiência de aprendizagem interativa e envolvente, alinhada com as diretrizes pedagógicas da instituição. Este foco complementa as práticas inovadoras já adotadas nas aulas de Ciências da escola, caracterizadas por explanações e demonstrações que vinculam conceitos científicos à realidade dos alunos. A inserção de práticas de cultura maker e educomunicação nas aulas de Ciências é um reflexo do compromisso da instituição com a educação moderna e interativa, proporcionando um ambiente de aprendizado dinâmico e adaptativo às necessidades dos estudantes.

3.2 A Sequência didática elaborada

O produto educacional vinculado a presente dissertação é uma sequência didática cuidadosamente planejada e destinada aos professores de Ciências, particularmente para uso no 9º ano dos anos finais do ensino fundamental e em anos escolares subsequentes onde a genética é tema de estudo. Esta sequência é projetada para explorar o estudo de heredogramas, integrando atividades baseadas na computação desplugada para desenvolver e fomentar habilidades inerentes ao PC. A Figura 6 a seguir apresenta a capa da sequência didática desenvolvida.

Figura 6 - Capa do produto educacional – sequência didática



Fonte: Autora, 2023.

Detalhada no Quadro 4, cada etapa da sequência didática é descrita, incluindo o número de aulas realizadas e as ações pedagógicas implementadas. Este formato facilita o entendimento e a replicação das atividades em diferentes contextos educacionais. Estruturada em cinco encontros, abrangendo 10 períodos de 48 minutos cada, a sequência foi organizada com base nos 3MP fornecendo um modelo claro e eficaz para o ensino e aprendizagem da genética.

O acesso à sequência didática é livre, permitindo que professores de diferentes localidades e contextos educacionais a adotem no 9º ano e em outros anos escolares onde a genética é abordada. Isso amplia o alcance e a aplicabilidade do recurso, tornando-o uma ferramenta relevante para o ensino de Ciências e a promoção do PC.

Além disso, a sequência didática foi aplicada em um contexto real, envolvendo uma turma de alunos do 9º ano. As atividades propostas foram avaliadas por meio de um conjunto de critérios focados em originalidade, precisão conceitual e eficácia comunicativa. As criações finais dos alunos, incluindo apresentações, histórias em quadrinhos e infográficos, foram analisadas, oferecendo percepções valiosas sobre a compreensão dos alunos e a eficácia da sequência didática.

Em apertada síntese, este produto educacional serve para medir o sucesso da implementação da sequência didática, e fornece informações importantes para o aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas, visando uma educação mais eficaz e envolvente para os alunos.

Quadro 4 - Cronograma de aplicação da sequência didática

MP	Encontros	P*	Atividades propostas
PI	1º	1	Apresentação de duas reportagens de sensibilização quanto à condição do albinismo: 1) https://bit.ly/3PYqdiM 2) https://bit.ly/DesafiosAlbinismo
OC	2º	3	Slides – Albinismo e Simbologia internacional para construção de heredograma. (https://tinyurl.com/Aprest1 e https://tinyurl.com/Aprest2) Atividade 1: Tetris abordando a simbologia dos heredogramas (http://tinyurl.com/tetriSeq)
	3º	2	Atividade 2: Heredograma da Família “Anime Lovers” – Individual (http://tinyurl.com/AnimeSeqD)
	4º	2	Atividade 3: Decodificando a Sequência Genética (http://tinyurl.com/DecodSeqD)
AC	5º	2	Produção de uma história em quadrinhos, tirinha ou infográficos sobre albinismo no <i>Canva Education</i> .

P*: número de períodos de aula.

Fonte: Autora, 2023.

4 A PESQUISA

Este capítulo é dedicado à explanação da natureza da pesquisa e o enfoque das abordagens escolhidas para a produção e análise de dados. Este detalhamento visa assegurar a validade e a confiabilidade dos achados, além de facilitar a replicação do estudo em contextos acadêmicos futuros. Com uma abordagem detalhada, buscamos fornecer uma visão abrangente do processo educativo e das experiências de aprendizagem dos alunos.

4.1 Natureza da pesquisa e instrumentos de produção de dados

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, visando um aprofundamento na compreensão das percepções dos estudantes e do desenvolvimento de habilidades de PC que emergiram durante a execução das atividades relacionadas aos heredogramas. Essa abordagem, alinhada à dinâmica dos 3MP, permitiu capturar as detalhes e profundidades das experiências dos alunos.

Richardson (2012, p. 90) define a abordagem qualitativa como “A tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pelos entrevistados, em lugar da produção de medidas quantitativas de características ou comportamentos”.

Nesse sentido, a perspectiva qualitativa mostrou-se apropriada ao propósito deste estudo, uma vez que busca capturar as particularidades e profundidades das experiências e perspectivas dos alunos, sem a necessidade de quantificação.

Em conformidade com as orientações de Gil (2002, p. 42), a investigação adotou um método descritivo, o que possibilitou a observação e o registro detalhado das características do fenômeno do ensino e aprendizado de heredogramas. Uma característica marcante deste tipo de pesquisa é a “utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática”.

No âmbito dos estudos de cunho descritivos, “os eventos do mundo físico e humano são minuciosamente observados, sem qualquer tipo de manipulação pelo investigador”, um ponto também enfatizado por Andrade (2006, p. 124).

Essa metodologia, portanto, possibilitou a identificação de relações entre variáveis pedagógicas e a capacidade dos alunos de assimilar e aplicar os conceitos discutidos.

Para a coleta de dados, empregou-se instrumentos como atividades inspiradas na CD, alinhadas aos momentos pedagógicos e um Diário de Bordo (DB), onde a professora

pesquisadora registrou observações e reflexões sobre o desenvolvimento da sequência didática. Esses registros forneceram um panorama detalhado e estruturado da implementação das atividades, destacando interações, respostas dos alunos e eventuais desafios enfrentados. O diário de bordo se destaca pela sua eficácia metodológica em reforçar a educação científica dos estudantes, servindo como suporte para todas as matérias que incorporam a pesquisa no contexto escolar.

Compreender o mundo e dar significado às experiências diárias são abordagens voltadas à promoção da formação científica. Este diário atua como uma ferramenta essencial para anotar atividades didáticas e, posteriormente, serve como base para futuros aprendizados, impulsionando a elaboração de conceitos mais estruturados que enriquecem a trajetória educacional contínua (Oliveira; Strohschoen, 2015).

Após a conclusão das atividades, os estudantes foram convidados a responder um formulário Google para relatar suas percepções e fornecer feedback sobre as atividades. As respostas coletadas foram posteriormente organizadas e analisadas para avaliar o impacto das estratégias didáticas utilizadas e para fundamentar o êxito das atividades propostas aos alunos.

As criações finais dos estudantes, incluindo apresentações, histórias em quadrinhos e infográficos, foram avaliadas com base em critérios que focaram na originalidade, precisão conceitual e eficácia comunicativa. Esta avaliação serviu tanto para medir a compreensão dos alunos sobre o conteúdo quanto para incentivar a expressão criativa e a capacidade de sintetizar e apresentar informações complexas de maneira acessível e atraente. A escolha destes métodos de avaliação baseou-se na eficácia demonstrada por estratégias semelhantes na literatura educacional contemporânea. Além disso, a combinação de avaliações práticas, feedback digital imediato e a análise de trabalhos ofereceu uma visão abrangente e diversificada do aprendizado dos alunos, alinhando-se perfeitamente com os objetivos pedagógicos deste projeto.

Em suma, a implementação destas estratégias de avaliação permitiu tanto medir o sucesso da sequência didática proposta quanto fornecer informações relevantes para o aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas, visando uma educação mais efetiva e envolvente para os alunos.

4.2 Narrativa dos encontros e a discussão dos resultados

Antes do início da sequência didática, uma apresentação do projeto de pesquisa foi conduzida com os participantes, com o intuito de elucidar os objetivos e a estrutura das atividades planejadas. Paralelamente, em conformidade com as diretrizes éticas de pesquisa,

procedeu-se com a distribuição antecipada dos documentos éticos fundamentais, como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice A) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, Apêndice B), além da autorização da escola (Anexo A). Esta etapa preliminar garantiu a transparência do processo e a participação informada dos alunos e da instituição educacional envolvida.

4.2.1 Primeiro Momento

Na fase de Problematização Inicial, é vital apresentar questões ou situações concretas que sejam familiares aos alunos e que estejam intrinsecamente relacionadas aos temas em estudo. Aqui, o propósito é confrontar os alunos com realidades que eles reconhecem, incentivando-os a expressarem suas percepções e compreensões iniciais.

Esta etapa permite ao educador captar as concepções prévias dos estudantes, possibilitando o planejamento das etapas subsequentes do processo educacional.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a essência desse momento é provocar nos alunos uma reflexão crítica sobre as situações apresentadas, gerando neles a percepção de lacunas em seu conhecimento e o subsequente desejo de aprender mais.

Nesta fase inicial, procedeu-se com abordagens para sensibilizar os alunos acerca dos heredogramas, utilizando o albinismo como exemplo palpável e relevante. Esta abordagem teve como objetivo aprofundar os conceitos fundamentais, criando um ambiente que reforça a aprendizagem e promove a empatia e a compreensão das experiências de indivíduos afetados por essa condição genética.

Assim, o primeiro momento pedagógico, com duração de um período (48 minutos), centrou-se na apresentação de duas reportagens que exploravam o albinismo em pessoas de diferentes idades, gêneros e etnias, conforme ilustrado na Figura 7 que se segue.

Figura 7 - Registros fotográficos do primeiro encontro



Fonte: Autora, 2023.

A reportagem detalhada encontra-se disponibilizada pelo portal TRT23, sobre o albinismo, escrita por Zequias Nobre e produzida por Sêmia Maud. Esta reportagem, além de fornecer um texto escrito, também foi acompanhada por um áudio, permitindo uma experiência multimodal de aprendizado. A reportagem abordou diversos aspectos do albinismo, desde a genética até as implicações sociais e educacionais, exemplificados pelas experiências de Ananda dos Santos e Joselito Pereira da Luz, que compartilharam seus desafios cotidianos e a necessidade de políticas públicas mais efetivas para pessoas com albinismo. A seguir, a Figura 8 representa um screenshot da reportagem anteriormente mencionada, disponibilizada pelo portal do TRT23.

Figura 8 - Screenshot da reportagem 1 trabalhada no primeiro momento pedagógico



0:00 / 5:47

Baixe o áudio

NOTÍCIA

Conteúdo especial

Por Zequias Nobre
Produção de Sêmia Maud

O albinismo é uma condição genética não contagiosa. O distúrbio é causado pela falta de melanina, que define a cor do cabelo, da pele e dos olhos, por exemplo. Sem ela, o albino se torna vulnerável ao sol e às luzes fortes. É comum sofrer também com deficiências visuais, envelhecimento precoce e até câncer de pele. Ananda dos Santos é albina e portadora de deficiência visual. Ela fala sobre as dificuldades que enfrenta no dia a dia, principalmente na escola.

"Eu tenho albinismo tipo 1 e isso acarreta problema na visão. Eu enxergo bem de perto, mas não enxergo muito bem de longe. Enfrento problemas na hora de estudar. Eu estou agora na faculdade, concluindo o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Unemat. Em toda a minha caminhada eu tive e criei uma certa adaptação para eu conseguir estudar. Quando eu era pequena no ensino fundamental, meus colegas ditavam pra mim e quando eu fui para o ensino médio, eu comecei a usar o celular para tirar foto e copiar no caderno."

Ananda ainda enfrenta dificuldades de socialização. Pra ela, a pior parte é ter que enfrentar o preconceito das pessoas por conta do albinismo:

"Quando pensa que vai sair você sabe que vai surgir comentários, que as pessoas vão te olhar torto, como se você tivesse sujo ou fedendo, algo do tipo. Aí acaba que a gente prefere ficar em casa. Geralmente as pessoas acham que é isso é uma doença, doença contagiosa, que não pode ficar perto da gente e acaba que com isso ocorre o preconceito. Eu particularmente sofro desde pequena, desde que eu nasci e começou na escola. Me chamaram de vários apelidos."

As alergias também são bem comuns porque a pele é bastante sensível. Ananda explica que tem que trocar quase sempre os produtos de higiene que usa. Mas, as maiores dificuldades são outras. A estudante sente falta, principalmente, de políticas públicas para quem tem albinismo.

"Como não há amparo, as pessoas albinas acabam não tendo visibilidade. A gente acaba não tendo socorro, não tendo preferência no sentido, por exemplo, quando você tá num lugar que precisa enfrentar uma fila e é a céu aberto, as pessoas não conseguem ver que por você ser uma pessoa albina você precisa ficar na sombra, por exemplo."

Joselito Pereira da luz é afrodescendente e albino e tem deficiência visual. Ele é diretor executivo da Associação das Pessoas com Albinismo na Bahia e integrante do coletivo nacional de pessoas com albinismo. Joselito reforça que falta mais atenção aos direitos de quem tem a condição genética.

"Falta políticas públicas para quem tem albinismo sim. Infelizmente, o país não tem nem na esfera federal, estadual e municipal, política pública de atenção aos direitos humanos das pessoas com albinismo. O que poderia ser feito para alterar essa realidade seria a aprovação de uma norma, de uma lei, de âmbito nacional, que estabelecesse e implementasse, previsse as ações que garantisse a acessibilidade e de atenção aos direitos das pessoas com albinismo. A partir dessa política nacional, seria implementada as políticas locais e regionais para as pessoas com albinismo."

O albinismo varia de acordo com o tipo de mutação genética, que determina a quantidade de melanina produzida: se é totalmente ausente ou parcialmente presente. É um problema genético, por isso, não há cura ou tratamento. Então, é importante ficar atento aos cuidados. Estima-se que uma em cada vinte mil pessoas no mundo tenha alguma forma de albinismo. E dez por cento dessa população está formalmente empregada. Para Joselito Pereira, diretor executivo da Associação das Pessoas com Albinismo na Bahia, falta inclusão no mercado de trabalho.

"As pessoas com albinismo, por terem deficiência visual, conseguem buscar o preenchimento de vagas através da Lei de Cotas. Só que essa lei objetivo muito mais criar vagas para evitar as multas do Ministério Público do Trabalho do que efetivamente garantir acesso porque as pessoas com albinismo têm muito pouco resultado quando acessam essas vagas e são discriminadas por conta da aparência, porque têm dificuldade visual e, por conta disso, eu estou falando do ponto de vista da maioria, a conclusão do ensino é freada no meio do caminho. A evasão escolar é muito grande."

Pessoas consideradas invisíveis, que querem ter o mesmo respeito e direito das demais.

"A gente precisa ser visto. Ser cuidado como todas as outras pessoas. nós merecemos!"

Fonte: <https://bit.ly/3PYqdiM>

A escolha deste material buscou oferecer aos alunos uma visão abrangente e inclusiva sobre o tema, estendendo a reflexão crítica inicial para uma compreensão mais integral e diversificada.

Delizoicov (2001, p. 133) destaca a importância de problemas que despertem no aluno a necessidade de buscar conhecimento novo e relevante, ressaltando que:

[...] problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito.

Esta perspectiva teórica ganha vida na experiência relatada no DB, durante a apresentação da reportagem sobre o albinismo. Uma aluna, ao refletir sobre sua experiência pessoal, compartilhou:

“Ai, já me perguntaram se eu era albina, mas eu disse que não e deixei pra lá. Acho que por eu ser bem branca” (Diário de Bordo, registro do dia 10/10/2023).

A contribuição da aluna exemplifica a teoria de Delizoicov em ação. Ao trazer suas experiências e percepções para a discussão, a aluna enriqueceu o diálogo em sala de aula, e demonstrou uma conexão direta entre o conteúdo educacional e sua vida pessoal. Isso evidencia o poder de problemas significativos e contextualizados em despertar o interesse e a participação ativa dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e essencial.

Ao utilizar o albinismo, uma condição genética concreta, como exemplo para o ensino de heredogramas, pode-se aprofundar o entendimento dos alunos sobre conceitos fundamentais de genética, além de criar um ambiente de aprendizado que promove empatia e compreensão das experiências vividas por indivíduos afetados por essa condição. Essa abordagem é diretamente relevante para a PI, pois conecta o conteúdo acadêmico com experiências humanas reais. Além de preparar o terreno para um envolvimento mais profundo e significativo dos alunos com o tema.

A experiência pessoal compartilhada pela primeira aluna, abordando sua interação social relativa ao albinismo, forneceu uma perspectiva real e concreta à discussão na sala de aula. Esta reflexão inicial sobre as percepções e equívocos associados ao albinismo estabeleceu a base para uma expansão da discussão, abrangendo experiências pessoais e representações na cultura popular e na mídia.

Neste ponto, a intervenção de outra aluna enriqueceu a discussão, trazendo uma nova dimensão à análise do tema. Ela contribuiu, dizendo:

“Professora, a senhora viu que tem um menino que é albino e está na novela da Globo. Ele sofre bullying na escola” (Diário de Bordo, registro do dia 10/10/2023).

Esta menção a um personagem albino em uma novela popular deslocou a conversa das experiências pessoais para a esfera da representação midiática, proporcionando um exemplo concreto de como o albinismo é retratado em um contexto mais amplo.

A referência a esse personagem de novela abriu caminho para explorar o tema sob uma ótica diferente. Agora, a discussão não se limitava a compreender o albinismo através de vivências pessoais, mas envolvia analisar como essa condição genética é representada e interpretada na mídia, incluindo aspectos como estigmatização e bullying.

Nesse meio tempo, um grupo de três alunos iniciou uma conversa paralela, refletindo sobre as narrativas apresentadas.

“Eles sofrem bullying mesmo, porque tudo o que é diferente levanta preconceito”
(Diário de Bordo, registro do dia 10/10/ 2023).

Tal comentário reconhece a adversidade enfrentada por pessoas com albinismo e a tendência humana de estigmatizar o que é considerado atípico. Este diálogo entre os alunos destacou a capacidade da reportagem de informar e, ao mesmo tempo, gerar empatia e conscientização acerca das complexidades enfrentadas por aqueles que vivem com albinismo.

Após a análise desta primeira fonte, a aula prosseguiu com a exibição de uma segunda reportagem, desta vez em formato de vídeo, também focada no tema do albinismo. Este vídeo, escolhido por seu conteúdo educativo e relevância, proporcionou uma extensão visual e dinâmica do tema já introduzido. O vídeo complementou a primeira reportagem ao trazer ainda mais detalhes sobre as experiências vividas por pessoas com albinismo e a representação desta condição genética em diferentes esferas sociais e culturais. Ao explorar figuras públicas com albinismo e trabalhos artísticos relacionados, como o de Gustavo Lacerda, o vídeo ampliou a compreensão dos alunos sobre como o albinismo é percebido e vivenciado, tanto em termos de desafios quanto de representatividade.

Segue um recorte visual da segunda reportagem, destacado na Figura 9, que foi discutido no primeiro momento pedagógico.

Figura 9 - Recorte da reportagem 2 trabalhada no primeiro momento pedagógico



Fonte: <https://bit.ly/DesafiosAlbinismo>

Essa transição do formato textual e auditivo para o vídeo foi planejada para proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem abrangente e diversificada. Enquanto a

reportagem escrita e narrada forneceu uma base informativa sólida, com relatos detalhados e pessoais, o vídeo adicionou uma dimensão visualmente rica e interativa ao tema.

Desta forma, a combinação desses dois recursos didáticos permitiu uma análise mais completa e variada do albinismo, ampliando a percepção dos alunos sobre as complexidades dessa condição genética.

No DB mantido pela professora pesquisadora, as reflexões e observações deste encontro destacam a eficácia da exibição das reportagens mencionadas. Estas foram fundamentais para sensibilizar os alunos e apresentar múltiplas perspectivas sobre a vida de pessoas com albinismo, enfatizando os desafios relacionados à idade, gênero e etnia, e conectando-se diretamente com as reflexões críticas fomentadas na fase inicial da problematização.

4.2.2 Segundo Momento

Na fase de Organização do Conhecimento, o foco foi a consolidação dos conceitos científicos pertinentes, bem como o aprofundamento da compreensão dos alunos sobre o tema.

Essa etapa envolveu apresentações, discussões e uma atividade prática que permitiu aos alunos fazerem conexões entre os conceitos aprendidos e suas aplicações reais. A Figura 10 captura um momento desse segundo momento pedagógico, ilustrando a interação entre os estudantes e o material didático apresentado.

Figura 10 - Fotografia do segundo momento



Fonte: Autora, 2023.

Neste segundo encontro, com duração de três períodos, avançamos com uma apresentação de slides dedicada a aprofundar os conceitos-chave do albinismo, conforme

ilustrado na Figura 11. Exploramos a função da melanina, os genes associados ao albinismo e como eles afetam a pigmentação. Também se discutiu os sinais e sintomas, as abordagens de tratamento e os cuidados essenciais, além de questões sensíveis como preconceitos e a perspectiva cultural em torno da condição. A apresentação foi concluída com algumas curiosidades para captar a atenção e expandir a perspectiva dos alunos sobre o tema, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Apresentação de slides sobre o albinismo



Fonte: Autora, 2023.

Cada slide abordou um conceito específico, sendo enriquecido com imagens, definições claras e exemplos pertinentes. A Figura 12 ilustra um desses momentos educacionais, mostrando a exposição do conteúdo pela professora, um aspecto fundamental para o entendimento e participação ativa dos alunos com o material apresentado.

Figura 12 - Registro da exposição do conteúdo pela professora



Fonte: Autora, 2023.

A abordagem interativa adotada para ensinar sobre a melanina refletiu as diversas compreensões iniciais dos alunos, conforme registrado no DB da pesquisadora. Isso

demonstrou claramente a necessidade de uma sólida compreensão científica para a interpretação do mundo ao nosso redor.

Nélio Bizzo, em 'Ciências: Fácil ou Difícil?', ressalta a importância do domínio dos fundamentos científicos em nosso cotidiano, afirmando que “O domínio dos fundamentos científicos hoje em dia é indispensável para poder realizar tarefas tão triviais como ler um jornal ou assistir televisão” (Bizzo, 2009, p. 16).

Esta observação realça o papel fundamental de uma educação científica que transcende o ambiente escolar, tornando-se essencial para a interpretação correta e crítica do conteúdo científico presente no dia a dia.

Este conceito se reflete na experiência dos alunos durante a exposição do conteúdo sobre a melanina, onde ficaram evidentes os diferentes níveis de compreensão prévia e a necessidade de uma abordagem educativa que aprofunde e esclareça conceitos científicos.

Assim, a educação científica prova ser uma ferramenta fundamental, preparando os alunos para o sucesso acadêmico, e para atuarem como consumidores informados e críticos das informações científicas que permeiam a vida cotidiana. Neste contexto, o objetivo específico da aula era solidificar o entendimento dos alunos sobre os conceitos científicos associados ao albinismo.

Buscava-se ainda que os estudantes saíssem do encontro com uma compreensão clara e aprofundada do tema, preparados para aplicar esse conhecimento em situações práticas e na futura fase de Aplicação do Conhecimento. A ênfase foi colocada em assegurar que os alunos internalizassem os conceitos, além de apenas memorizá-los, capacitando-os a analisar e discutir o tema com discernimento e propriedade.

Para atingir o objetivo de aprofundar o entendimento dos alunos sobre conceitos genéticos, utilizamos slides para apresentar a simbologia internacional empregada na elaboração de heredogramas. Cada símbolo foi detalhadamente explicado, acompanhado de exemplos práticos e contextos relevantes, visando facilitar a compreensão e promover um aprendizado significativo.

O foco deste encontro foi consolidar os conhecimentos genéticos e familiarizar os alunos com a simbologia dos heredogramas, garantindo que eles compreendessem os conceitos teóricos e fossem capazes de aplicá-los efetivamente em situações práticas. Essa abordagem integrada proporcionou uma base sólida para a teoria e para a aplicação dos conceitos genéticos.

A Figura 13 ilustra parte do material didático utilizado, mostrando slides que introduziu a simbologia específica dos heredogramas, essencial para entender padrões de herança genética.

Figura 13 - Screenshot dos slides sobre heredogramas usados



Fonte: Autora, 2023.

Continuando no mesmo encontro, a estratégia pedagógica adotada buscou uma harmonização entre a exposição teórica e atividades práticas, visando promover a interação, reflexão e aplicação do conhecimento pelos alunos. Como parte desta abordagem, propôs-se uma atividade didática utilizando uma adaptação do tradicional jogo *Tetris*⁷, com o objetivo de aprofundar a compreensão da simbologia dos heredogramas.

Tradicionalmente, o *Tetris* é conhecido por suas formas geométricas que devem ser encaixadas em um espaço definido. Neste contexto, o jogo foi adaptado para representar e explorar os símbolos e conceitos genéticos.

No início da atividade, cada aluno foi apresentado ao conceito adaptado do *Tetris* para fins didáticos. Individualmente, foram entregues folhas de posicionamento contendo impressões dos símbolos e conceitos relativos a heredogramas e generalidades genéticas.

Acompanhando as folhas, peças do *Tetris* plastificadas e recortadas foram distribuídas, funcionando como representações físicas dos diversos símbolos e conceitos genéticos.

O envolvimento individual com o material, demonstrado na Figura 14, proporcionou aos estudantes uma maneira concreta e dinâmica de compreender os temas abordados.

⁷ A atividade didática relacionada ao *Tetris* foi inspirada nas disponíveis em: <https://easel.teacherspayteachers.com/activities/49141095/summary> e <https://tinyurl.com/TretisSD>.

Figura 14 - Material utilizado na atividade individual Tetris



Fonte: Autora, 2023.

Os alunos foram orientados a analisar os conceitos e símbolos dispostos na folha de posicionamento e a colocar a peça correspondente no local apropriado, numa atividade que estabelecia uma analogia com o jogo *Tetris*. Esta tarefa, desafiadora por sua natureza, envolveu questões de variadas complexidades, requerendo a aplicação prática de conhecimentos genéticos que os estudantes haviam estudado anteriormente. A realização individual desta atividade foi fundamental para promover uma compreensão detalhada dos símbolos utilizados em heredogramas e de como eles se interligam na construção desses diagramas genéticos. Os alunos, assim, puderam explorar a montagem dos heredogramas de forma interativa, aprofundando sua capacidade de compreender as relações genéticas representadas e consolidando seu aprendizado de maneira eficaz e participativa.

Moran (2012, p. 100) enfatiza a importância de conectar o aprendizado teórico com experiências práticas, afirmando:

Se os alunos fizerem pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais, profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem será mais significativa, viva, enriquecedora. [...] os professores precisam organizar atividades integradoras da prática com a teoria, do compreender com o vivenciar, do fazer e do refletir, de forma sistemática, presencial e virtualmente, em todas as áreas.

A citação destaca a essência de uma metodologia que une teoria e prática, exemplificada na atividade do *Tetris*. Aqui, os alunos ativamente associaram símbolos genéticos na montagem inicial de heredogramas, uma base para a complexidade futura da genética. Este método

interativo prenuncia um ensino mais significativo, conforme Moran (2012) aponta, ao vincular o concreto ao abstrato. Simultaneamente, a atividade impulsionou competências do PC, como a decomposição e o reconhecimento de padrões, que são valiosas para o entendimento e criação de heredogramas.

A Figura 15 captura o envolvimento dos alunos com esta tarefa, evidenciando-os concentrados em reconhecer e posicionar as peças do *Tetris* adaptado conforme a simbologia genética fornecida. A figura evidencia a aplicação prática do conhecimento em um contexto que desafia os alunos a empregar lógica e raciocínio estratégico, reforçando o conceito de um aprendizado científico engajador e prático.

Figura 15 - Alunos participando da atividade didática do Tetris



Fonte: Autora, 2023.

No contexto do ensino de ciências, a resolução de problemas apresenta-se como uma metodologia que pode ultrapassar os limites do ensino tradicional, como sugerido na literatura acadêmica. Segundo Silvério (2005, p. 22):

Solucionar problemas como forma de ensinar ciências na escola pode se apresentar como uma alternativa metodológica interessante neste contexto. Esta atividade pode despertar o interesse do aluno, desenvolver sua criatividade e seu raciocínio; além de estimular associações com diversos tipos de conhecimentos, escolares ou não.

Esta citação ressalta a capacidade que tal abordagem tem de ativar a curiosidade e a capacidade analítica dos alunos, elementos fundamentais para o aprendizado ativo e significativo.

O impacto dessa metodologia é ainda mais claro quando observamos as reações dos alunos durante as atividades propostas. Como evidenciado em um trecho do DB (registro do dia 11/10/2023), um aluno diante de um novo desafio demonstrou autonomia e aplicação prática

do raciocínio lógico: “*Ei, professora, tem um símbolo aqui que não estava no slide, então eu não tenho certeza do que ele é, mas vou pela lógica colocar a peça*”. Este acontecimento ilustra a aplicação direta do que Silvério (2005) descreve, mostrando como a metodologia adotada na atividade didática com o *Tetris* incentivou a independência dos alunos, e reforçou sua habilidade de conectar conhecimentos e habilidades em um processo de aprendizado dinâmico e reflexivo.

Esta abordagem pedagógica é também ecoada nas palavras de Bizzo (2009), que salienta a importância de uma educação científica ativa e reflexiva:

Não se admite mais que o ensino de ciências deva limitar-se a transmitir aos alunos notícias sobre os **produtos** da Ciência. A Ciência é muito mais uma **postura**, uma **forma de planejar e coordenar pensamento e ação** diante do desconhecido. O ensino de ciências deve, sobretudo, proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis, de maneira testável. Assim, os estudantes poderão desenvolver posturas críticas, realizar julgamentos e tomar decisões fundadas em critérios, tanto quanto possível objetivos, defensáveis, baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada definida de forma ampla (2009, p. 17-18).

O posicionamento de Bizzo (2009) reforça a ideia de que o ensino de ciências deve transcender a mera transmissão de informações, promovendo uma compreensão mais profunda e um pensamento crítico, tal como observado nas interações dos alunos durante a atividade.

A ausência intencional de um símbolo nos slides visou motivar os alunos a desenvolverem e aplicarem o raciocínio lógico na atividade do *Tetris*. Este método incentivou os estudantes a pensarem de maneira autônoma e crítica, conforme observado nas anotações da professora.

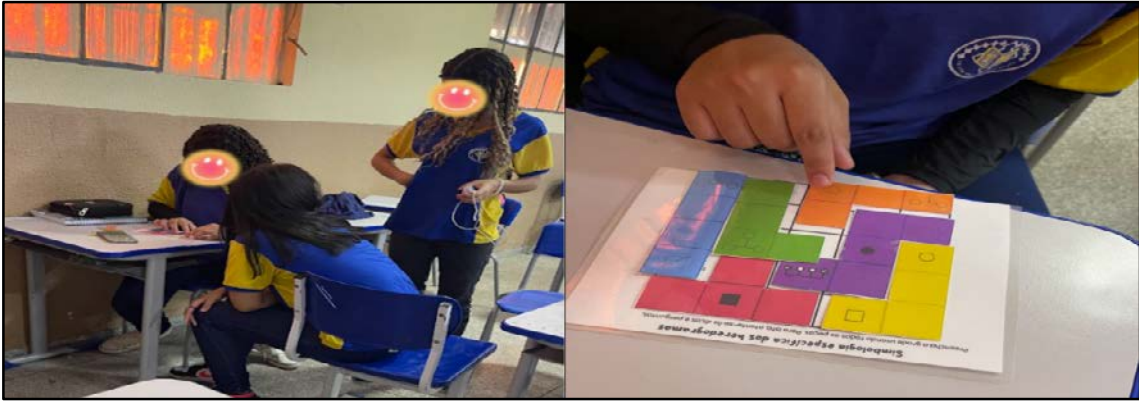
As imagens na Figura 16 captam momentos distintos de envolvimento dos alunos na atividade de heredogramas. Na foto à esquerda, vemos alunas observando atentamente como a colega posiciona as peças do *Tetris* na construção do heredograma, sem interferir, mas provavelmente absorvendo o processo e refletindo sobre suas próprias estratégias. Este momento silencioso de observação é uma faceta do engajamento, onde os alunos aprendem também pelo exemplo e pela reflexão individual.

Na foto à direita, a aluna aponta para um símbolo presente na peça, indicando uma interação direta com o exercício e, possivelmente, a aplicação prática do conhecimento teórico.

Esta imagem em particular ressoa com a interação descrita no DB, onde a aluna identifica símbolos com os quais não está familiarizada, demonstrando um ponto de aprendizado crítico e a necessidade de revisão e reforço dos conceitos de simbologia genética,

como os “indivíduo morto” e “sexo não informado” (Diário de Bordo, registro do dia 11/10/2023).

Figura 16 - Alunas em momentos de reflexão e identificação na atividade de heredogramas



Fonte: Autora, 2023.

Em contraste, um aluno, conforme anotado, considerou a atividade menos desafiadora, expressando confiança em sua capacidade de conclusão rápida: “*Estou achando fácil, vou preencher rapidinho*” (Diário de Bordo, registro do dia 11/10/2023).

A ideia de 'ajudas contingentes', conforme descrita por Zabala (1998, p. 97), ressalta a importância do envolvimento pessoal, esforço dos alunos e do apoio especializado oferecido por professores e colegas no processo de aprendizagem. O autor retromencionado enfatiza que, embora a ajuda seja essencial para o crescimento e a construção do conhecimento do aluno, ela deve servir apenas como um complemento aos processos singulares e individuais de formação de cada estudante.

Esta perspectiva se alinha com as observações registradas no DB da pesquisadora, onde se nota que dois estudantes buscaram ajuda de seus colegas. Este ato de procurar e oferecer assistência entre os pares é um exemplo prático das 'ajudas contingentes' mencionadas por Zabala. A colaboração entre os alunos proporcionou o suporte necessário para superar desafios, bem como respeitou a individualidade do processo de aprendizagem de cada um, refletindo a ideia de que o ensino e o apoio devem incentivar a autonomia e a autoria do pensamento dos estudantes.

Portanto, a interação entre os pares observada no contexto educacional exemplifica como o apoio mútuo e personalizado pode ser um recurso relevante, em consonância com a abordagem pedagógica que Zabala (1998) defende. Essa dinâmica enfatiza a relevância de um ambiente educacional onde os alunos recebem informações, e são incentivados a se engajar

ativamente no seu processo de aprendizado, buscando e oferecendo ajuda de maneira construtiva e respeitosa à individualidade de cada um.

Com a conclusão bem-sucedida da atividade, os alunos superaram as dificuldades iniciais, atingindo os resultados esperados e cumprindo os objetivos pedagógicos estabelecidos.

Em seguida, conduziu-se uma revisão coletiva, que serviu para os alunos discutirem suas respostas, esclarecerem quaisquer dúvidas e assim consolidarem o conhecimento adquirido durante a atividade. O exercício atingiu seu objetivo principal de associar de maneira concreta e prática a simbologia dos heredogramas aos seus significados, reforçando a compreensão dos conceitos genéticos e preparando os alunos para as próximas etapas do aprendizado. A atividade também esteve alinhada aos pilares do PC, incentivando os alunos a decompor o problema, identificar padrões, abstrair informações essenciais e desenvolver sequências lógicas para o posicionamento adequado das peças. Esse processo visa ensinar genética e, ao mesmo tempo, desenvolver habilidades analíticas e de raciocínio que são valiosas em diversos contextos.

No terceiro encontro, com duração de dois períodos, os alunos foram envolvidos em uma atividade prática essencial para a compreensão dos princípios da genética, com foco especial na análise e construção de heredogramas. A eles foi entregue uma folha que constituía a própria atividade, detalhada com instruções, informações sobre a família “Anime Lovers” e questões complementares para orientar a elaboração do heredograma.

A atividade, representada na Figura 17, incluía um conjunto de pistas para auxiliar na identificação das relações genéticas e características hereditárias dos membros da família fictícia.

Figura 17 - Atividade da família "Anime Lovers"

INFORMAÇÕES SOBRE A FAMÍLIA "ANIME LOVERS":

Na família dos Anime Lovers, a característica da cor dos olhos é recessiva, o que significa que ambos os pais devem ser portadores de pelo menos um alelo recessivo para a característica. Se um filho herdar dois alelos recessivos, um de cada pai, a característica recessiva será expressa nele. Use a simbologia internacional de heredogramas para representar a Família dos Anime Lovers, onde:

- Homens são representados por quadrados.
- Mulheres são representadas por círculos.
- A característica genética recessiva da cor dos olhos deve ser indicada preenchendo o símbolo,

PISTAS PARA A CONSTRUÇÃO DO HEREDOGRAMA:

1. H1 e M1 são o casal que deu início à família.
2. Eles tiveram dois filhos: H2 e H3.
3. H2 casou-se com M2 e teve três filhos: H4, M4 e H5. Apenas H5 possui a característica recessiva da cor dos olhos.
4. H3 casou-se com M3 e teve dois filhos: H6 e M6. Nenhum deles possui a característica recessiva da cor dos olhos.

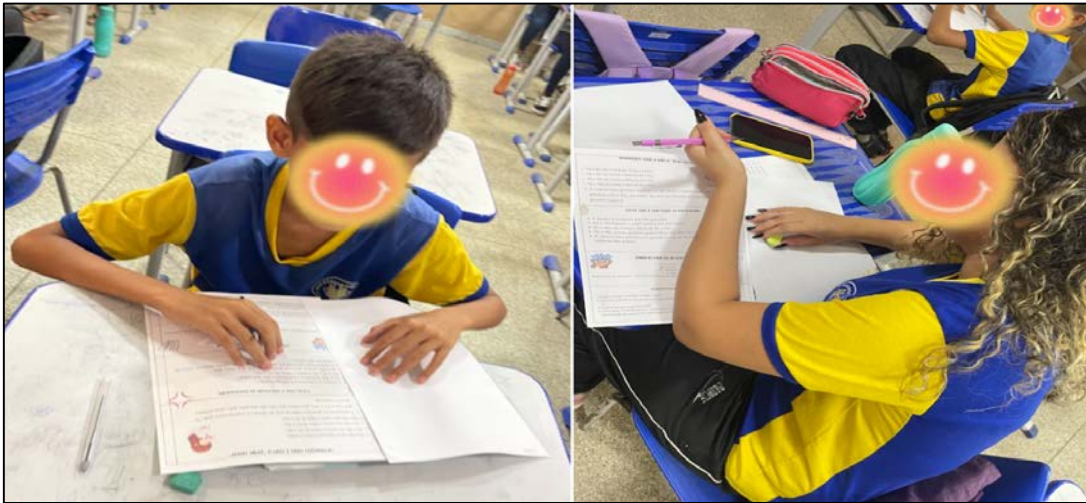
QUESTÕES COMPLEMENTARES:

- A. Usando a simbologia internacional de heredogramas, construa o heredograma da Família dos Anime Lovers com base nas informações fornecidas.
- B. Quantos membros da Família dos Anime Lovers possuem a característica recessiva da cor dos olhos? Liste seus nomes.
- C. Qual a relação entre H4 e H5 na Família dos Anime Lovers?
- D. Com base no heredograma construído, explique por que você acredita que a característica genética recessiva da cor dos olhos não é expressa em todos os membros da família.

Fonte: Autora, 2023.

A Figura 18 a seguir ilustra o momento em que os estudantes, munidos do material fornecido, empenharam-se na tarefa de decifrar as relações genéticas propostas.

Figura 18 - Alunos durante a atividade de montagem do heredograma da família “Anime Lovers”



Fonte: Autora, 2023.

O engajamento dos alunos com a atividade didática, como ilustrado nas imagens da Figura 14, reflete o que Silveira e Justi (2018) caracterizam como engajamento escolar. Este conceito, conforme definido em sua pesquisa, abrange o grau de envolvimento do estudante em atividades escolares, que inclui a dedicação e participação ativa em tarefas educacionais (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004; Reeve, 2012).

Observam-se estudantes que analisam informações e registram relações genéticas, comportamentos que refletem os aspectos comportamentais, emocionais, cognitivas e de agência do engajamento escolar. A interação dos alunos com o material didático reforça a aplicação do conhecimento teórico em exercícios práticos, o que concretiza o aprendizado de forma interativa e significativa (Silveira; Justi, 2018).

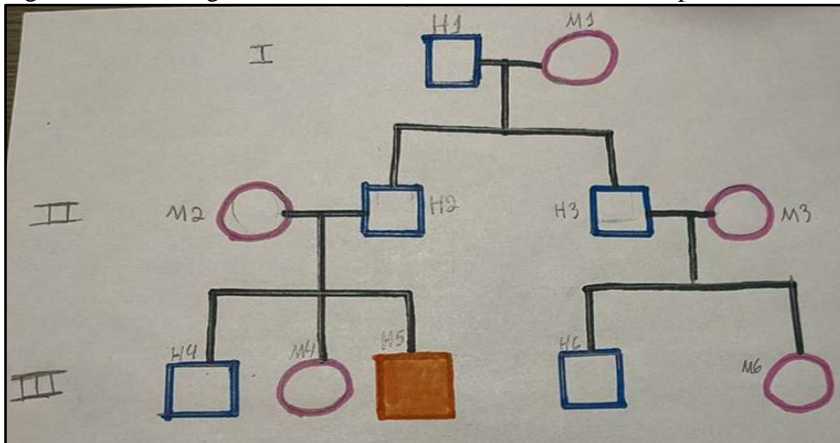
Portanto, o engajamento observado nas fotografias reflete uma participação ativa e uma conexão emocional com a atividade, além de um investimento cognitivo na compreensão dos conceitos genéticos. Esta dimensão versátil do engajamento escolar é essencial para uma educação científica que transcende a mera transmissão de informação, visando desenvolver nos alunos uma abordagem crítica e analítica, preparando-os para os complexos desafios interdisciplinares da vida contemporânea (Silveira; Justi, 2018).

Os heredogramas, instrumentos essenciais na genética para representar a herança de características específicas em famílias, foram o foco central do encontro. O uso de uma referência cultural atual, como os animes, serviu para tornar o conteúdo mais acessível e relevante para os estudantes, facilitando a assimilação dos conceitos teóricos.

Os alunos empregaram a simbologia internacional de heredogramas na interpretação e representação da herança genética, utilizando as pistas contidas na folha recebida para decifrar a transmissão da característica genética recessiva da cor dos olhos.

É importante ressaltar que os alunos demonstraram habilidade e compreensão ao abordar a questão A, que consistia na construção do heredograma da família “Anime Lovers” com base nas pistas fornecidas. A Figura 19 evidencia a folha de resposta de um aluno, onde o heredograma foi corretamente montado, ilustrando a aplicação efetiva da simbologia genética e a interpretação acurada das informações dadas.

Figura 19 - Heredograma da família “Anime Lovers” montado por um aluno



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

Além disso, a Figura 20 complementa a evidência do sucesso dos alunos na atividade, mostrando outro heredograma bem elaborado que responde às questões propostas no encontro. Juntas, estas figuras exemplificam a competência dos alunos em aplicar os conhecimentos teóricos de genética a um contexto prático, confirmando o alcance dos objetivos educacionais da atividade.

Figura 20 - Outro exemplo de heredograma da família “Anime Lovers” montado por um aluno

QUESTÕES COMPLEMENTARES:

A. Usando a simbologia internacional de heredogramas, construa o heredograma da Família dos Anime Lovers com base nas informações fornecidas.

B. Quantos membros da Família dos Anime Lovers possuem a característica recessiva da cor dos olhos? Liste seus nomes.

C. Qual a relação entre H4 e H5 na Família dos Anime Lovers?

D. Com base no heredograma construído, explique por que você acredita que a característica genética recessiva da cor dos olhos não é expressa em todos os membros da família.

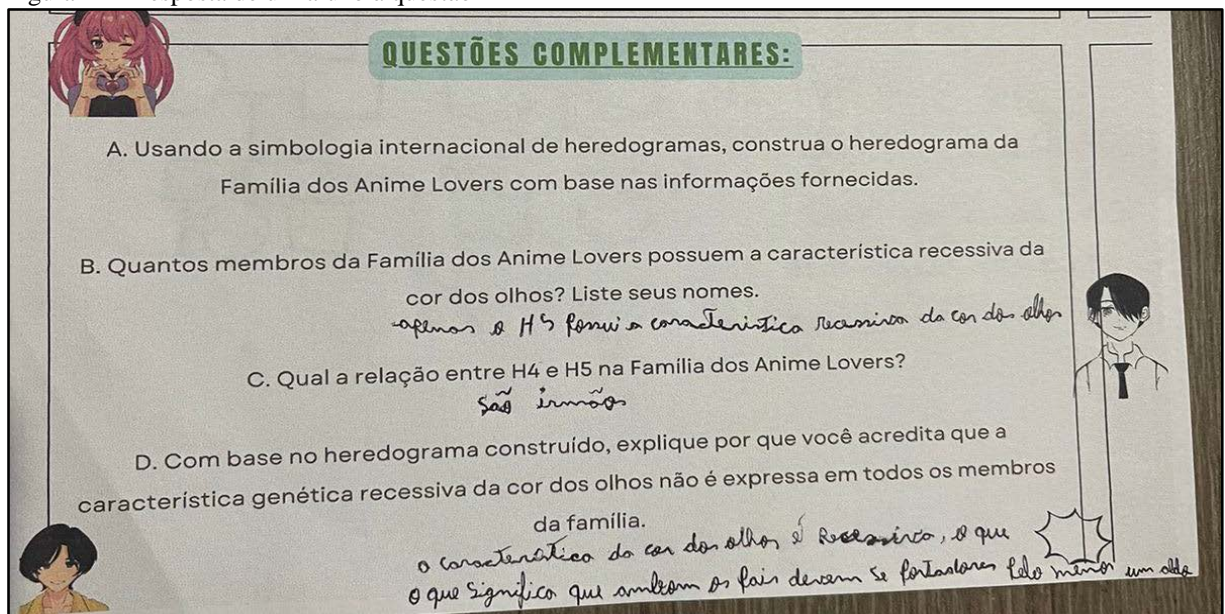
Simbios
Irmãos
Porque não receberam os genes recessivos dos pais

Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

As respostas satisfatórias à questão B, que solicitava a identificação do membro da família com a característica genética recessiva, e à questão C, que pedia a explicação da relação de parentesco entre os indivíduos H4 e H5, foram corroboradas por essas representações visuais.

Em resposta à questão D, os alunos foram desafiados a explicar por que a característica genética recessiva da cor dos olhos não se manifestou em todos os membros da família “Anime Lovers”. A Figura 21 retrata a resposta correta de um aluno, que compreendeu adequadamente a herança de alelos recessivos, ilustrando o conceito de que dois alelos recessivos são necessários para expressar uma característica recessiva.

Figura 21 - Resposta de um aluno à questão D



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

A habilidade de identificar padrões genéticos e aplicar o conhecimento de experiências passadas é fundamental para a compreensão e construção de heredogramas. Esta competência foi demonstrada de maneira exemplar na atividade prática da “Família Anime Lovers”. Os alunos, ao construírem heredogramas, utilizaram a simbologia genética corretamente e aplicaram seu entendimento sobre a herança de alelos recessivos de forma que se tornasse visível a manifestação fenotípica. A resposta ilustrada na Figura 21 indica uma compreensão precisa da necessidade de herdar dois alelos recessivos para a expressão fenotípica de uma característica genética recessiva.

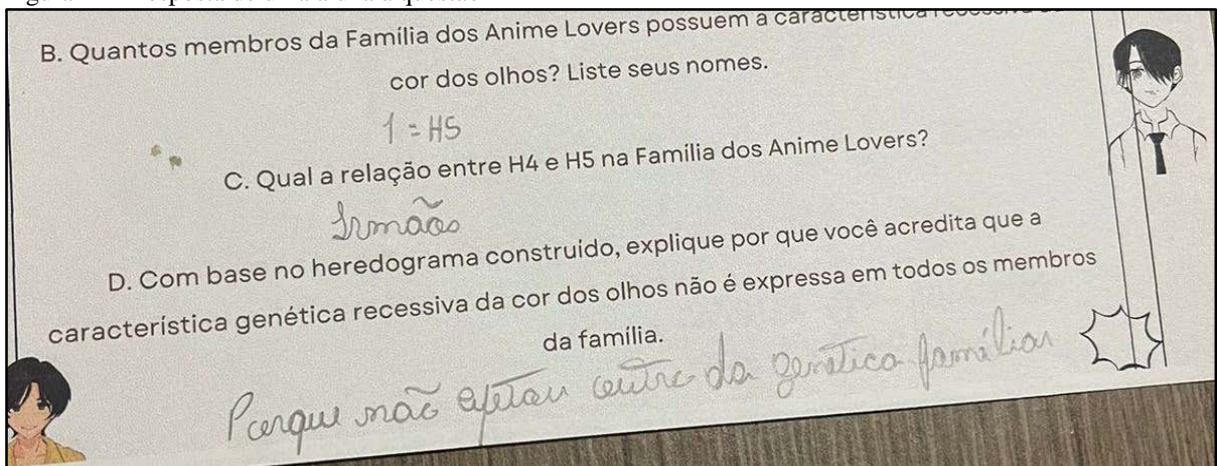
Tal compreensão reflete diretamente a eficácia da metodologia de ensino adotada, onde a prática de construir heredogramas e o exercício crítico de analisar padrões genéticos foram absorvidos com sucesso pelo estudante. Essa abordagem prática, alinhada com as discussões

teóricas, solidifica o conhecimento genético de maneira que permite aos alunos reconhecer padrões em contextos educacionais e prepará-los para a aplicação desse conhecimento em situações complexas e reais.

Ao revisar as respostas dos alunos para a questão D, que investigava a não expressão da característica genética recessiva da cor dos olhos em todos os membros da família “Anime Lovers”, notou-se uma interpretação equivocada.

A Figura 22 mostra a resposta de uma aluna que reflete um entendimento equivocado comum: a expectativa de que uma característica genética recessiva deva persistir em todas as gerações de uma família.

Figura 22 - Resposta de uma aluna à questão D



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

A resposta da aluna indica uma interpretação de que, se um traço recessivo não se manifesta em um indivíduo, isso poderia significar que ele não faz parte da 'genética familiar'.

Esse equívoco proporcionou um momento de ensino importante, onde a professora pesquisadora interveio para esclarecer que alelos recessivos podem não se expressar fenotipicamente se o indivíduo possuir apenas uma cópia do alelo (heterozigoto) e a característica dominante prevalecer. Além disso, foi reiterado que a transmissão de características recessivas pode ser interrompida em qualquer geração se não houver pareamento de alelos recessivos.

O esclarecimento da professora pesquisadora abordou a complexidade da genética Mendeliana, destacando que a presença de um alelo recessivo não garante sua expressão fenotípica e que a herança de traços pode variar amplamente dentro de uma linhagem familiar. Essa intervenção didática foi essencial para corrigir conceitos mal compreendidos e reforçar o entendimento correto da herança genética entre os alunos.

Os registros da professora pesquisadora, feitos após a distribuição das folhas, indicam que os alunos foram capazes de, com atenção e raciocínio lógico, decifrar as pistas e construir heredogramas precisos. Este processo refletiu uma aprendizagem ativa, onde a teoria genética foi concretizada através de uma aplicação prática imbuída do apelo cultural dos animes.

O exercício promoveu uma abordagem mais envolvente e tangível ao estudo da genética, além de ser uma oportunidade para os alunos exercitarem o PC.

Eles puderam associar informações genéticas com representações visuais e culturais, demonstrando habilidades como a decomposição de problemas complexos em partes menores e a identificação de padrões, essenciais ao PC. Esta integração de conceitos científicos em um contexto significativo e culturalmente relevante reforçou o processo de aprendizagem, permitindo aos estudantes desenvolverem habilidades analíticas e lógicas, fundamentais para a compreensão da genética e suas aplicações práticas. Em linha com as diretrizes educacionais nacionais, a contextualização surge como um recurso didático poderoso que vai além da sala de aula.

Conforme descrito no documento oficial, “a contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para a análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo” (Brasil, 2006, p. 51).

Esta abordagem não se limita ao uso pragmático do conhecimento, mas promove uma compreensão crítico-analítica que é essencial para o aprendizado significativo.

A aplicação desta abordagem foi evidente na maneira como os alunos abordaram a atividade “Família Anime Lovers”. A experiência resultante foi um testemunho da habilidade dos alunos de transitar entre a teoria e a prática, enfatizando a relevância do ensino de genética em formas que ressoam com suas experiências e interesses culturais. Este encontro, portanto, cumpriu seus objetivos educacionais e demonstrou como o aprendizado de conceitos científicos pode ser enriquecido quando alinhado com contextos significativos para os alunos.

No contexto do quarto encontro pedagógico, com duração de dois períodos, os alunos foram introduzidos à atividade “Decodificando a Sequência Genética” (<http://tinyurl.com/DecodSeqD>), uma abordagem interativa e engajadora que os posicionou no papel de geneticistas analisando padrões genéticos representados por códigos simbólicos. A atividade foi projetada pela pesquisadora e planejada para aprimorar a compreensão teórica dos alunos e fomentar o pensamento lógico e analítico.

Cada aluno recebeu uma folha individual contendo uma série de mensagens criptografadas, as quais representavam diferentes padrões genéticos. A chave de decodificação

fornecida na folha auxiliou os estudantes a converterem os símbolos em características genéticas específicas, como o tipo de cabelo, altura ou a presença de traços como o albinismo.

A Figura 23 ilustra a atividade fornecida aos alunos, exibindo a variedade de sequências genéticas e a chave de decodificação aplicável.

Figura 23 - Decodificando a Sequência Genética

Decodificando a Sequência Genética

Em um futuro distante, as mensagens genéticas são enviadas através de códigos simbólicos para proteger as informações de saúde e genética de um indivíduo. Você recebeu cinco sequências genéticas criptografadas e precisa decodificá-las para entender os traços que elas representam.

Chave de Decodificação:

- ▲ - Gene dominante H (cabelo liso)
- ▼ - Gene recessivo h (cabelo crespo)
- - Divisor entre genes
- - Gene dominante O (olhos castanhos)
- - Gene recessivo o (olhos verdes)
- ◆ - Gene dominante A (não albino)
- ♣ - Gene recessivo a (albino)
- - Gene dominante L (orelha descolada)

▶ Decodificando a Linhagem

Mensagem Criptografada: ▲ ▼ ● ● ● ▼ ▲ ● ■ ▲ ● ◆ ● ◆ ● □ ●

Decodifique a mensagem usando a chave fornecida e identifique os traços genéticos correspondentes.

Resposta: _____

Chave de Decodificação:

- ☆ - Gene dominante R (cabelo ruivo)
- ★ - Gene recessivo r (cabelo não ruivo)
- - Divisor entre genes

▶ Traços de Família

Mensagem Criptografada: ☆ ★ ○ ☆ ★ ○ ☆ ○ ★ ☆

Decodifique a mensagem para determinar os traços de cor de cabelo presentes em uma sequência de familiares.

Resposta: _____

Chave de Decodificação:

- ⊙ - Gene dominante A (não albino)
- ⊖ - Gene recessivo a (albino)
- - Divisor entre genes

▶ Identificando Albinismo

Mensagem Criptografada: ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙

Decodifique a sequência de genes para determinar a probabilidade de albinismo em uma família.

Resposta: _____

Chave de Decodificação:

- - Gene dominante G (altura alta)
- ⊖ - Gene recessivo g (altura baixa)
- - Divisor entre genes

▶ Genes Dominantes e Recessivos

Mensagem Criptografada: ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Use a chave de decodificação para determinar os traços de altura em uma linhagem familiar.

Resposta: _____

Chave de Decodificação:

- ⊙ - Gene dominante P (nariz pontudo)
- ☆ - Gene recessivo p (nariz arredondado)
- - Divisor entre genes

▶ Traços Múltiplos

Mensagem Criptografada: ☆ ⊙ ☆ ⊙ ☆ ⊙ ☆ ⊙ ☆

Decodifique a sequência de genes para determinar os tipos de nariz presentes em uma família.

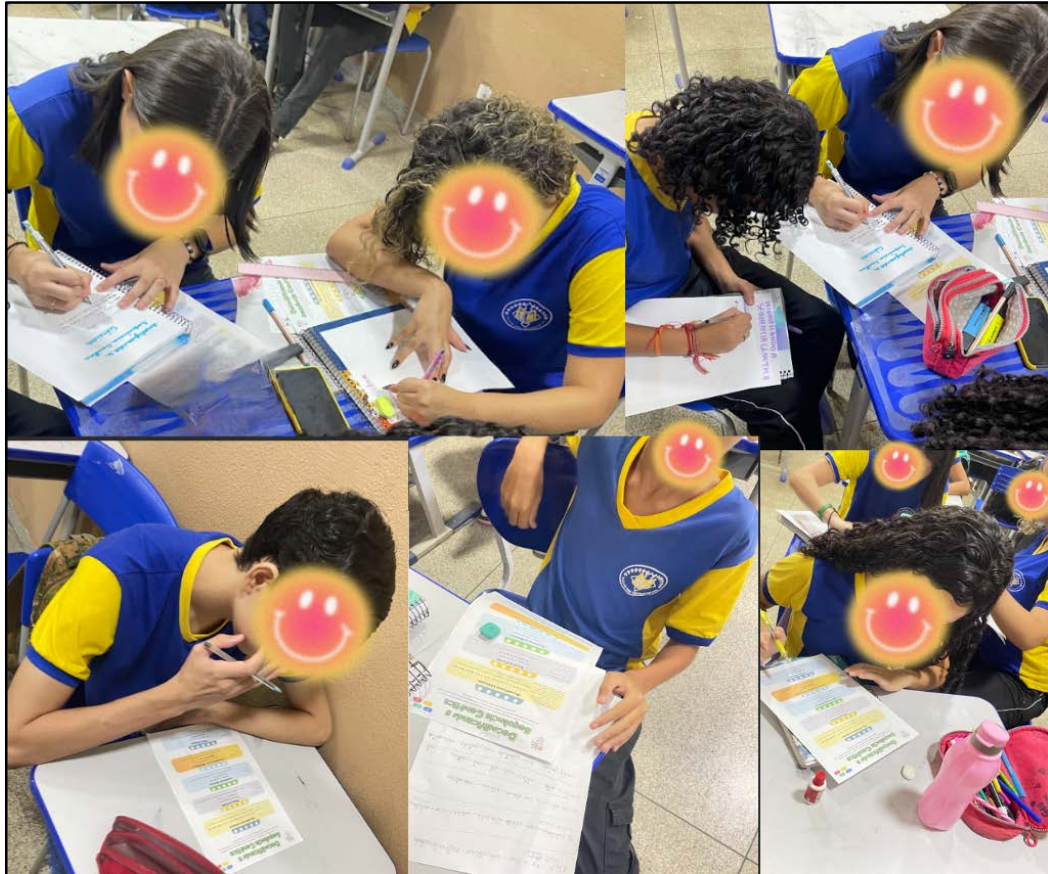
Resposta: _____

Fonte: Autora, 2023.

Ao longo da atividade “Decodificando a Sequência Genética”, os alunos empenharam-se ativamente na utilização da chave de decodificação para interpretar as sequências genéticas propostas. Como evidenciado na Figura 24, eles aplicaram os conhecimentos teóricos de genética na prática, demonstrando um envolvimento profundo com o exercício. As fotografias

mostram os alunos concentrados em suas folhas de atividade, analisando e discutindo os códigos simbólicos para revelar os traços genéticos representados. Este momento de aprendizado prático enfatizou a importância de compreender e aplicar conceitos científicos de maneira ativa e contextualizada.

Figura 24 - Alunos decifrando as sequências genéticas durante a atividade



Fonte: Autora, 2023.

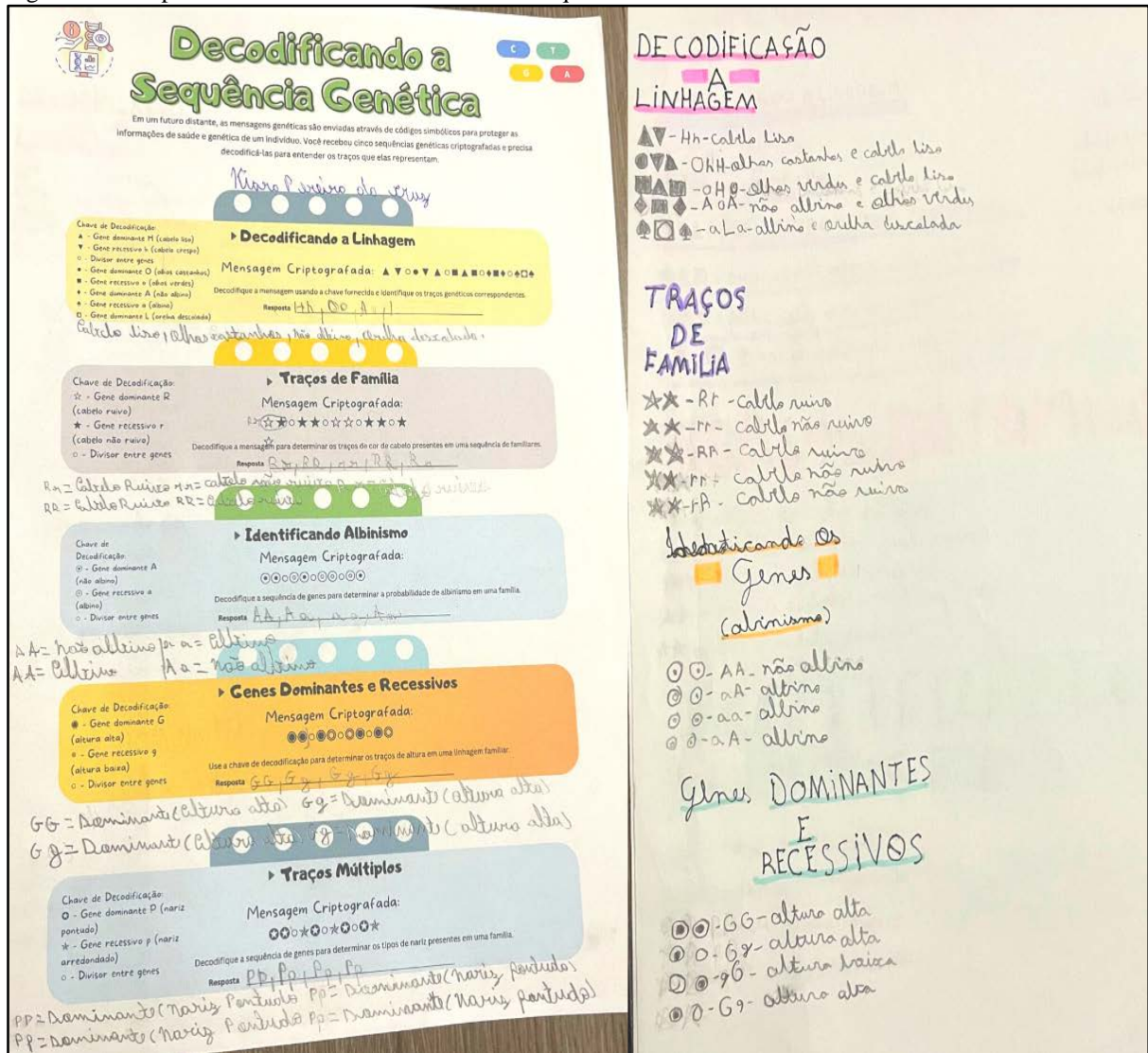
A interação dos alunos com os materiais didáticos, como capturada nas imagens, reflete a dinâmica ativa e colaborativa da sala de aula durante a atividade supramencionada. Esta tarefa, ao desafiar os alunos a decifrar as sequências, solidificou sua compreensão dos conceitos genéticos, e aguçou habilidades essenciais do PC.

Os estudantes demonstraram um bom nível de compreensão e envolvimento. A Figura 25, que retrata a atividade “Decodificando a Sequência Genética” respondida, mostra a resposta de dois alunos à tarefa proposta.

As anotações detalhadas e a correspondência precisa entre os símbolos criptografados e os traços genéticos evidenciam a efetiva compreensão e aplicação do conhecimento genético.

Esta imagem captura a competência dos estudantes em interpretar informações genéticas, evidenciando uma abordagem pedagógica que visa além da compreensão conceitual, promovendo a aplicação efetiva do conhecimento adquirido.

Figura 25 - Respostas à atividade “Decodificando a Sequência Genética”



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

A imagem exemplifica o sucesso do encontro educacional e da capacidade dos estudantes de utilizar as ferramentas de PC para resolver questões intrincadas de genética.

Conforme expresso na literatura, engajar os estudantes na resolução de problemas contribui para que compreendam que a Ciência funciona criando e resolvendo problemas.

[...] engajar os estudantes na resolução de problemas contribui para que os estudantes compreendam que a ciência funciona criando e resolvendo problemas. Por outro, essas fases podem contribuir para a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes e para o desenvolvimento de uma postura investigativa perante o mundo, em que eles

podem articular a sua capacidade de observação e descrição da realidade com marcos teóricos disponíveis e com a sua curiosidade para problematizar o mundo (Scarpa; Campos, 2018, p. 30).

A atividade realizada neste encontro ilustrou como os alunos utilizaram o PC de forma efetiva, praticando habilidades essenciais como a decomposição, ao dividir problemas complexos em partes menores; o reconhecimento de padrões, ao observar sequências genéticas recorrentes; e a criação de algoritmos para sistematizar a decodificação dos dados. Estas habilidades incorporam o PC ao ensino de conceitos científicos, proporcionando um aprendizado mais organizado e lógico.

Na interpretação de heredogramas, a habilidade de abstrair se mostra fundamental, permitindo que os estudantes identifiquem e concentrem-se nos elementos mais importantes, diferenciando-os de detalhes menos relevantes. Este processo de focar nas informações centrais é essencial para uma compreensão mais clara da herança genética e destaca a importância da abstração no processo educativo, pois facilita a compreensão e a aplicação dos conceitos de genética.

A habilidade dos alunos em vincular símbolos codificados com características genéticas ilustra a efetividade da metodologia de ensino, facilitando o entendimento da genética e promovendo um aprendizado prático e aprofundado. A interação ativa com os materiais didáticos, como capturado nas fotografias, ressalta uma experiência educacional que é, ao mesmo tempo, enriquecedora e relevante.

Além da integração do conhecimento teórico, os alunos também praticaram a cooperação, um aspecto essencial do PC, que destaca o valor da colaboração na resolução de problemas complexos. A atividade forneceu uma vivência prática, preparando os alunos com ferramentas necessárias para abordar desafios genéticos de maneira criativa e inovadora, refletindo assim a importância fundamental das habilidades computacionais na educação científica contemporânea.

Na sequência da dinâmica dos 3MP, a transição para a Aplicação do Conhecimento se destacou por uma pausa para reflexão crítica. Após explorarem os conceitos de heredogramas, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática — como ilustrado na Figura 26 — para um exercício introspectivo.

Neste ambiente propício à tecnologia educacional, representado vividamente pela imagem, os estudantes puderam registrar suas percepções e avaliações sobre as atividades desenvolvidas por meio do *Google Forms*, proporcionando valiosas contribuições pessoais à pesquisa.

Figura 26 - Alunos no laboratório de informática da escola – lócus da pesquisa



Fonte: Autora, 2023.

A utilização do formulário ao final desta etapa didática foi pensada para captar um leque diversificado de informações sobre a experiência educativa dos alunos. Os aspectos focais dessa coleta de dados incluíram entender como os estudantes interpretaram e se envolveram com as atividades, permitindo uma análise direta de sua interação e interesse pelo conteúdo apresentado.

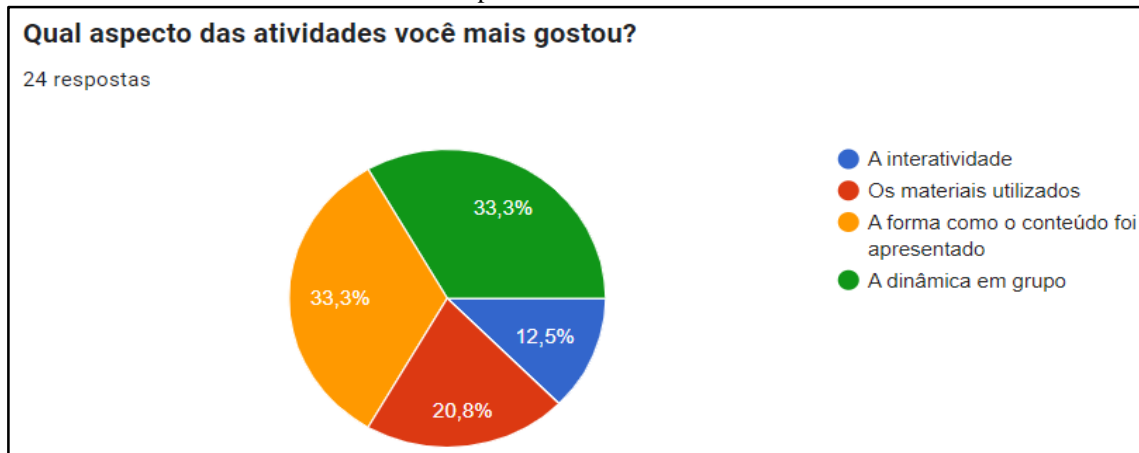
Além disso, procurou-se avaliar, de forma indireta, o progresso dos alunos no desenvolvimento de competências ligadas ao PC, importantes para a realização das atividades relacionadas a heredogramas. Outra meta importante foi coletar opiniões específicas dos alunos acerca dos elementos das atividades que mais chamaram sua atenção e identificar possíveis pontos para melhoria. As respostas coletadas também visaram identificar oportunidades de melhoria na didática e nos materiais de ensino, com base nas sugestões dos próprios alunos, e validar o sucesso das atividades propostas, utilizando as respostas dos alunos como indicadores do impacto positivo das metodologias adotadas.

Na sequência, serão apresentados e discutidos os principais achados da pesquisa, com ênfase nas percepções dos participantes. Para cada ponto de discussão, foram selecionados os gráficos mais pertinentes gerados pelo *Google Forms*, que exemplificam as tendências nas respostas dos alunos. A escolha desses gráficos foi pautada pela sua relevância em ilustrar os aspectos mais significativos da pesquisa e pela clareza na representação dos dados coletados.

Para visualizar essas preferências e oferecer uma representação gráfica das respostas, segue-se o Gráfico 1. Este gráfico ilustra as proporções das preferências dos alunos em relação aos diferentes aspectos da atividade didática *Tetris*, proporcionando uma visão imediata das tendências de engajamento e preferências no contexto educacional. A análise quantitativa e

qualitativa dos dados, apoiada pela visualização gráfica, oferece uma compreensão mais rica e uma base mais sólida para discussões educacionais subseqüentes.

Gráfico 1 - Preferências dos alunos sobre aspectos da atividade didática Tetris



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Conforme demonstrado no Gráfico 1, a dinâmica em grupo e a forma de apresentação do conteúdo são primordiais para os alunos, ambos com 33,3% das escolhas, ressaltando a importância de práticas pedagógicas que incentivem a participação ativa e a colaboração. Os materiais didáticos também são considerados importantes, com 20,8% da preferência, indicando a eficácia de recursos tangíveis e interativos no ensino. A interatividade, com 12,5% das respostas, evidencia um potencial para maior engajamento por meio de atividades interativas.

Martins e Eloy (2019, p. 17) salientam que:

Assim, do mesmo modo que são estimulados a aprender o conteúdo das disciplinas, os estudantes também podem receber apoio explícito e intencional para o desenvolvimento de competências como colaboração, comunicação, responsabilidade e empatia. Dessa forma, estarão mais preparados para criar uma nova realidade mais sustentável, igualitária e criativa no futuro.

Este enfoque em competências socioemocionais está alinhado com a valorização expressa pela dinâmica em grupo, sublinhando a relevância de estratégias educacionais que promovam habilidades essenciais para o futuro, além da aquisição de conhecimento.

Neste contexto, a escolha criteriosa dos materiais didáticos utilizados na atividade reflete as práticas educacionais contemporâneas, as quais enfatizam a progressão do concreto para o abstrato no desenvolvimento cognitivo. A literatura educacional reforça este ponto, sugerindo que

[...] num primeiro momento, os conceitos computacionais devem ser desenvolvidos a partir de situações do cotidiano e materiais manipuláveis para posteriormente introduzir suas respectivas formalizações e abstrações. Dessa forma, permite-se que o estudante, ao trabalhar com materiais concretos, crie modelos mentais que, em etapa posterior, servirão de base para que ele consiga abstrair e formalizar os conhecimentos (Ribeiro *et al.*, 2019, p. 72).

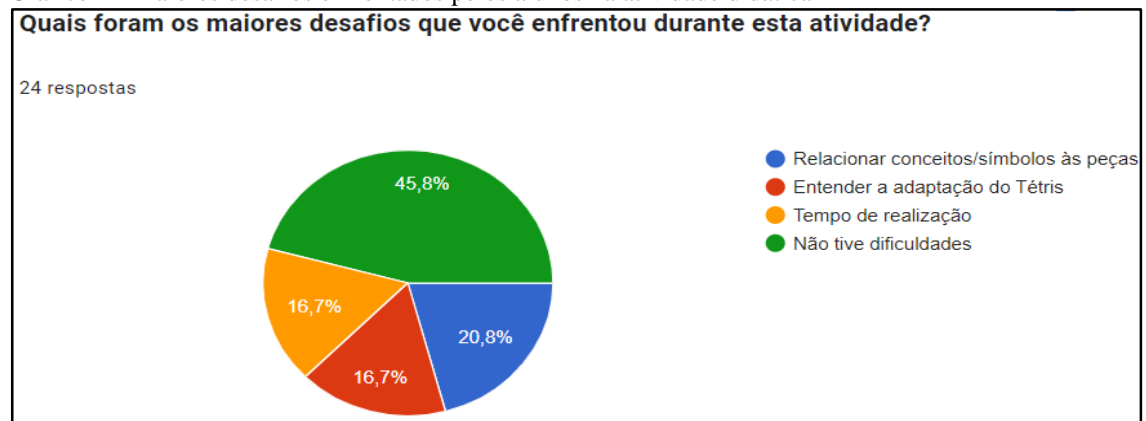
O engajamento dos alunos no aprendizado de conceitos científicos e computacionais é amplamente enriquecido quando métodos lúdicos e materiais manipuláveis são incorporados ao processo educativo. Costa e Donato (2022, p. 3) observam a eficácia desses recursos no ambiente de aprendizagem:

Os materiais manipuláveis, incorporados às práticas de ensino, mostram-se facilitadores do aprendizado e da compreensão do conteúdo de forma lúdica, motivadora e divertida. Mediante o uso de tais recursos didáticos, aliados às metodologias inovadoras, vários objetivos podem ser atingidos, relacionados à cognição, afetividade, socialização e envolvimento na construção de seu aprendizado.

A utilização de materiais concretos na atividade *Tetris* mostrou-se uma etapa importante no aprendizado, valorizada por 20,8% dos estudantes. Essa abordagem foi eficaz para promover o PC, facilitando para os alunos a compreensão de conceitos mais complexos.

A seguir, o Gráfico 2 apresenta os maiores desafios enfrentados pelos alunos na atividade didática, fornecendo informações valiosas para esta análise.

Gráfico 2 - Maiores desafios enfrentados pelos alunos na atividade didática



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Analisando o Gráfico 2 acima, que questiona os alunos sobre os maiores desafios enfrentados durante a atividade, observamos que a maioria (45,8%) não relatou dificuldades significativas, indicando que a atividade foi bem compreendida e acessível para a maior parte da classe. Isso pode refletir um nível adequado de desafio e uma boa alinhamento com as habilidades de PC desenvolvidas.

Aproximadamente um quinto dos alunos (20,8%) indicou que relacionar conceitos/símbolos às peças do *Tetris* foi um desafio, o que pode estar associado ao aspecto do PC que envolve abstração e reconhecimento de padrões. Um igual número de alunos (16,7%) sentiu que entender a adaptação do *Tetris* era desafiador, o que pode sugerir a necessidade de uma introdução mais detalhada aos conceitos do jogo em um contexto educativo. Outro grupo de alunos (16,7%) mencionou o tempo de realização como um desafio, indicando a importância de ajustar o ritmo da atividade para garantir que todos os alunos tenham tempo suficiente para processar e aplicar os conceitos aprendidos.

O Gráfico 2 retromencionado indica que é preciso refletir sobre como as atividades são estruturadas para melhorar a abstração e conexão de conceitos pelos alunos, sugerindo ajustes no tempo e clareza conceitual para fortalecer o PC e prepará-los com habilidades cruciais para o futuro.

O Gráfico 3 a seguir oferece uma visão sobre os elementos da atividade que mais engajaram e motivaram os alunos.

Gráfico 3 - Aspectos mais motivadores ou envolventes da atividade



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Analisando o Gráfico 3 supramencionado, que detalha os *aspectos da atividade que os alunos acharam mais motivadores ou envolventes*, o aprendizado sobre heredogramas foi o aspecto mais apreciado pelos alunos, com 45,8% indicando que a abordagem prática e visual desse conteúdo foi particularmente estimulante. Isso indica que ensinar genética e heredogramas por meio de atividades práticas que permitem visualização e manipulação direta pode aprofundar significativamente o entendimento dos estudantes.

Por outro lado, um terço dos alunos (33,3%) destacou o uso do jogo *Tetris* como um elemento motivador da atividade, o que aponta para a gamificação como uma estratégia

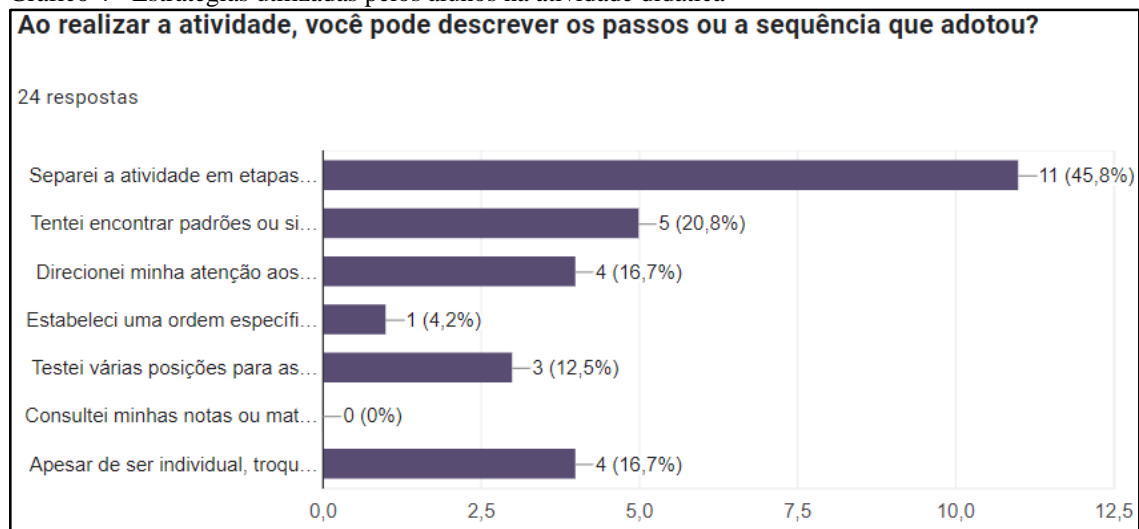
pedagógica promissora. Jogos como *Tetris* incentivam a identificação de padrões e a aplicação de lógica e solução de problemas — componentes fundamentais do PC.

O desafio de relacionar conceitos foi destacado por 20,8% dos alunos como um ponto motivador, refletindo a importância de incluir elementos de desafio cognitivo que incentivam os estudantes a aplicarem o raciocínio crítico e a resolução de problemas, ambos centrais no PC.

A predileção pelo uso de jogos como o *Tetris* na aprendizagem evidencia que incorporar elementos lúdicos e desafios práticos pode ser uma abordagem valiosa para manter os alunos engajados e promover o PC de maneira integrada e natural durante as aulas de Ciências.

Para explorar mais profundamente como os alunos perceberam a abordagem utilizada para realizar a atividade, apresentaremos a seguir o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Estratégias utilizadas pelos alunos na atividade didática



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Ao examinar as respostas dos alunos sobre a *abordagem utilizada para realizar a atividade*, o Gráfico 4 supra revela que a maioria dos alunos (45,8%) optou por dividir a atividade em etapas menores, uma estratégia diretamente relacionada à decomposição, um dos pilares do PC. Esta abordagem permite simplificar problemas complexos em partes mais gerenciáveis, facilitando a compreensão e a resolução.

A identificação de padrões ou similaridades entre os símbolos e conceitos foi a segunda estratégia mais utilizada, com 20,8% dos alunos recorrendo a ela. Isso evidencia a aplicação do reconhecimento de padrões, outra habilidade fundamental do PC, onde os estudantes buscam regularidades ou tendências que podem ser usadas para prever e entender novas situações.

Uma parcela significativa dos alunos (16,7%) também mencionou a importância de focar nos detalhes mais relevantes, o que aponta uma afinidade com a abstração, filtrando informações desnecessárias para focar naquelas que são fundamentais para a resolução do problema.

Além disso, a mesma porcentagem de alunos mencionou a colaboração, mesmo em uma atividade inicialmente planejada como individual, refletindo a importância da comunicação e da colaboração no processo de aprendizagem.

A opção 'Estabeleci uma ordem específica para colocar as peças' recebeu a menor preferência dos alunos, com apenas 4,2% dos votos, sugerindo que a maioria optou por abordagens mais flexíveis e espontâneas.

Testar diferentes posições para as peças foi a estratégia de 12,5% dos alunos, indicativo da valorização da experimentação e ajuste iterativo, habilidades valorizadas no PC.

A ausência de relatos sobre a consulta de notas ou materiais aponta uma significativa internalização do conteúdo ou que a atividade foi suficientemente intuitiva para não necessitar de referências externas.

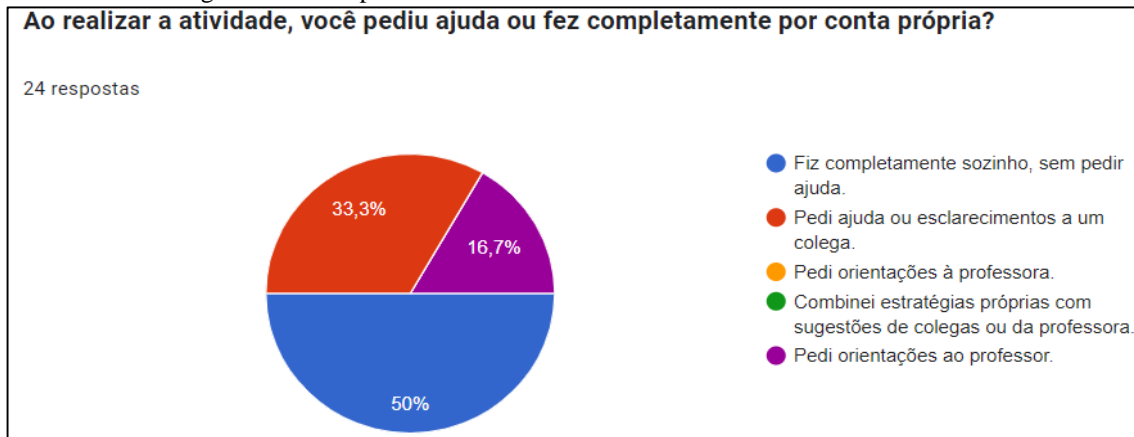
Esses dados ilustram como os alunos naturalmente aplicam aspectos do PC ao enfrentar tarefas desafiadoras, destacando a relevância de atividades didáticas que incentivam o uso dessas habilidades no contexto do ensino de Ciências. As abordagens mencionadas oferecem suporte ao aprendizado de conteúdos específicos e simultaneamente fomentam competências essenciais ao pensamento crítico e à resolução de problemas, exemplificando uma prática interdisciplinar onde:

A segunda possibilidade tem uma perspectiva interdisciplinar onde o pensamento computacional é trabalhado atrelado às disciplinas já existentes no currículo escolar. Nesse contexto, a promoção da aprendizagem de conceitos computacionais é feita aliada à construção de conhecimento de conteúdos curriculares dos diferentes anos da educação básica (França; Tedesco, 2015, p. 1466).

A citação destacada sublinha que o PC é uma competência integrada ao currículo escolar, permeando o aprendizado em diferentes componentes curriculares. A habilidade dos alunos de segmentar problemas, focar nos elementos essenciais e identificar padrões reflete essa integração prática, ilustrando a eficácia de métodos educacionais que combinam o PC com a aprendizagem científica. Adotar essa estratégia reforça a importância de uma educação que capacita os estudantes a compreenderem e aplicarem conceitos científicos de maneira inovadora e competente em diversas situações do cotidiano.

O Gráfico 5 a seguir destaca as estratégias dos alunos ao realizarem a atividade proposta, refletindo sobre a independência e colaboração no ambiente de aprendizado.

Gráfico 5 - Estratégias utilizadas pelos alunos na atividade didática



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

O equilíbrio entre as *estratégias autônomas e colaborativas* observadas nas respostas dos alunos, representado no Gráfico 5, é um reflexo da aplicação metacognitiva no contexto do PC. A metacognição, conforme descrita por Davis *et al.* (2005), envolve um processo reflexivo onde o indivíduo observa e avalia suas próprias estratégias cognitivas.

A autonomia de 50% dos alunos, que realizaram a atividade de forma independente, indica uma autoconfiança significativa na aplicação dos conceitos aprendidos, uma forma de metacognição individual. Em contraste, os 33,3% que combinaram estratégias próprias com sugestões de colegas ou da professora, e os 16,7% que procuraram ajuda direta, ilustram a metacognição social.

Este aspecto do PC, que valoriza a capacidade de colaborar e resolver problemas em conjunto, é essencial para preparar os alunos para um mundo onde a resolução de problemas complexos muitas vezes requer uma abordagem coletiva e interdisciplinar.

Além dos gráficos anteriormente discutidos, optou-se também por exemplificar algumas respostas dos alunos em formato de quadro, para fornecer uma visão de suas opiniões e sugestões específicas. Isso complementa os gráficos e contribui para um entendimento mais rico dos dados coletados.

A seguir será apresentado o Quadro 5. Este quadro traz as sugestões dos alunos para futuras atividades didáticas.

Quadro 5 - Sugestões para futuras atividades didáticas

Jogos interativos
Utilização da sala de informática
Realização de trabalhos no auditório
Dinâmicas variadas, como o uso de plataformas tipo <i>Kahoot</i>
Inclusão de simbologia nas atividades
Aplicação de conteúdos como o <i>Tetris</i>
Manutenção do formato atual das atividades (sem mudanças)

Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

As respostas ao questionamento *sugestões para futuras atividades didáticas* revelam tendências interessantes e proporcionam uma visão importante para o planejamento de futuras intervenções pedagógicas. Uma parcela significativa dos alunos expressou satisfação com o formato atual, como indicado pelo uso repetido da palavra “não”, sugerindo uma aceitação geral das atividades propostas. No entanto, houve um destaque claro para a inclusão de mais elementos interativos, com várias menções a “jogos interativos” e ao uso de “mais sala de informática”.

O desejo por mais atividades no auditório e o uso de dinâmicas variadas, como o *Kahoot*, indicam um interesse por abordagens diversificadas e envolventes que podem ser exploradas em futuras aulas. Além disso, a menção à “simbologia” aponta um interesse em aprofundar o conhecimento em áreas específicas do conteúdo, talvez com uma abordagem mais focada ou detalhada.

Estes feedbacks apontam para uma direção em que o engajamento dos alunos pode ser ainda mais fortalecido por meio da variedade e interatividade, mantendo os aspectos bem-recebidos das atividades atuais, enquanto se introduzem novas formas de interação e exploração de conteúdos.

O Quadro 6 abaixo detalha as respostas dos alunos em relação à *dificuldade da atividade* baseada no *Tetris*. As porcentagens indicam a percepção dos estudantes quanto aos níveis de dificuldade enfrentados. A análise subsequente explora essas percepções em profundidade.

Quadro 6 - Percepção dos alunos sobre a dificuldade da atividade Tetris

Resposta	Porcentagem
Fácil	62.5%
Médio	33.3%
Difícil	4.2%

Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

A análise dessas respostas revela que a maioria dos alunos (62,5%) classificou-a como 'Fácil', indicando que a atividade estava bem alinhada com o nível de habilidade dos estudantes. Uma porção considerável (33,3%) achou a atividade de dificuldade 'Média', sugerindo que,

embora acessível, ainda apresentava desafios que exigiam pensamento e aplicação dos conhecimentos adquiridos. Apenas uma minoria (4,2%) sentiu que a atividade era 'Difícil', o que pode refletir diferenças individuais no ritmo de aprendizagem ou na familiaridade prévia com os conceitos abordados.

Essa distribuição de respostas reflete que a atividade foi bem calibrada para o nível de compreensão da maioria dos alunos, oferecendo um equilíbrio entre acessibilidade e desafio cognitivo. Os resultados apontam para a eficácia do design da atividade em termos de dificuldade e sinalizam para a necessidade de atenção contínua às necessidades dos alunos que podem achar o material mais desafiador.

Quando indagados sobre as *estratégias adotadas para vincular conceitos e símbolos científicos às peças do Tetris*, os alunos revelaram uma diversidade de abordagens. O Quadro 7 compila suas respostas, destacando o engajamento e a compreensão deles na atividade.

Quadro 7 - Mecanismos ou estratégias utilizados para relacionar os conceitos e símbolos às peças do Tetris

Mecanismos ou Estratégias	Percentual de Respostas
Aprendizagem das aulas anteriores	58,3%
Intuição/Lógica	20,8%
Discussão com colegas	12,5%
Memorização de aulas	8,3%

Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

As respostas indicaram que uma significativa maioria de 58,3% se apoiou na compreensão adquirida em aulas passadas, refletindo uma sólida capacidade de transferir conhecimento prévio para novas situações.

Contrastando com a abordagem de memorização pura, que foi mencionada por apenas 8,3% dos alunos, houve uma inclinação para métodos mais dinâmicos de aprendizado. Cerca de 20,8% dos estudantes utilizaram seu raciocínio e lógica inatos, sugerindo uma tendência para resolver problemas de forma intuitiva e analítica.

Ademais, 12,5% dos alunos valorizaram a interação e o intercâmbio de ideias com seus pares como fundamental, ilustrando o impacto positivo da aprendizagem colaborativa.

Neste contexto, é pertinente considerar a perspectiva de Conforto *et al.* (2018), que destaca a necessidade de repensar o ambiente educativo para promover habilidades fundamentais:

Para que a escola seja interpelada pelas possibilidades cognitivas associadas ao pensamento computacional, é preciso criar espaços para que estudantes possam vivenciar experiências interessantes na resolução de problemas. É necessário que o processo educativo possa valorizar e ressignificar muitas ações que já são feitas na

escola, para desafiar o estudante a lidar com problemas complexos, para que possam evidenciar: persistência, confiança, tolerância ao erro, comunicabilidade e postura cooperativa (Conforto *et al.*, 2018, p. 108).

Estas respostas enfatizam a importância de práticas educacionais que encorajam os alunos a serem agentes ativos no seu processo de aprendizagem, e ressaltam a relevância de incorporar o PC no currículo, para entender e aplicar os conteúdos científicos de maneira inovadora e analítica.

A análise das *habilidades específicas desenvolvidas ou aprimoradas pelos alunos durante a atividade Tetris* é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Habilidades desenvolvidas ou aprimoradas na atividade Tetris

Habilidade	Porcentagem
Raciocínio lógico	41,7%
Memória visual	62,5%
Outra	4,2%

Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

De acordo com os dados acima mencionados, percebe-se que a maioria dos participantes, representando 62,5%, identificou a 'Memória visual' como a habilidade mais trabalhada. Isso indica que os aspectos visuais da atividade, como reconhecer e lembrar a disposição dos símbolos e peças do *Tetris*, foram fundamentais para o seu sucesso. Além disso, 41,7% dos alunos perceberam a necessidade de empregar ou melhorar seu 'Raciocínio lógico', refletindo o desafio de aplicar lógica e análise crítica na atividade. Apenas uma minoria (4,2%) mencionou 'Outra' habilidade, sugerindo um conjunto diversificado de habilidades individuais menos comuns.

Estes dados evidenciam que a atividade foi bem-sucedida em encorajar habilidades cognitivas importantes no contexto educacional, especialmente aquelas relacionadas com a visão espacial e o raciocínio analítico. A memória visual e o raciocínio lógico são componentes essenciais do PC, onde o reconhecimento de padrões e a aplicação de lógica para resolver problemas são habilidades fundamentais. A atividade, portanto, contribuiu para o conteúdo curricular e para o desenvolvimento de competências transversais aplicáveis em diversos contextos de aprendizagem e resolução de problemas.

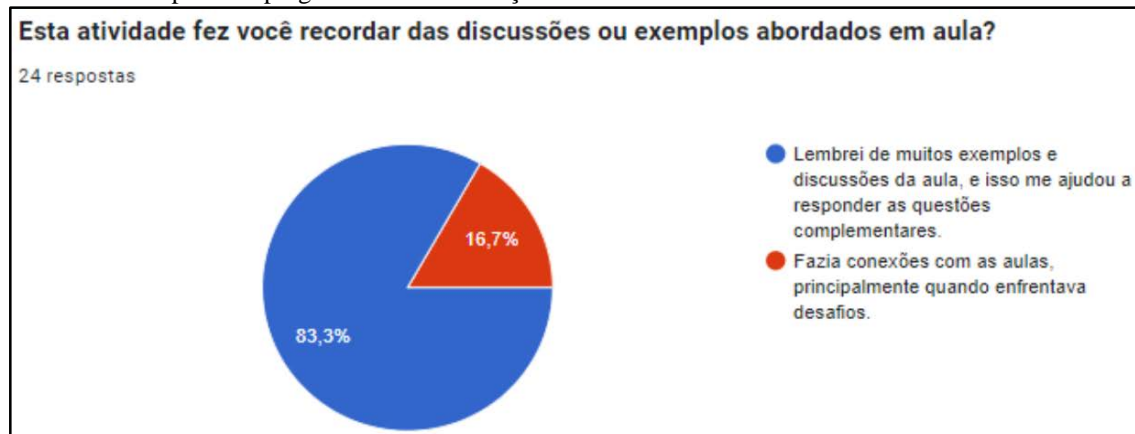
A análise destas abordagens estabelece o contexto para a próxima fase da pesquisa, na qual serão examinadas as interações dos estudantes com a atividade “Família Anime Lovers”.

A pergunta “*Esta atividade fez você recordar das discussões ou exemplos abordados em aula?*” foi proposta aos alunos para entender como a atividade supracitada se conectava

com o aprendizado anterior. O Gráfico 6 revela que a vasta maioria dos alunos (83,3%) sentiu que a atividade estimulou a memória das discussões em sala, o que indica que as aulas anteriores foram efetivas em fornecer uma base sólida para a tarefa em mãos. Por outro lado, uma parcela menor (16,7%) indicou que as conexões foram mais evidentes ao enfrentar desafios, o que pode ser um indício da importância de atividades práticas para consolidar o aprendizado teórico.

Segue-se abaixo a representação visual dos dados coletados por meio desta pergunta:

Gráfico 6 - Respostas à pergunta sobre recordação das aulas



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

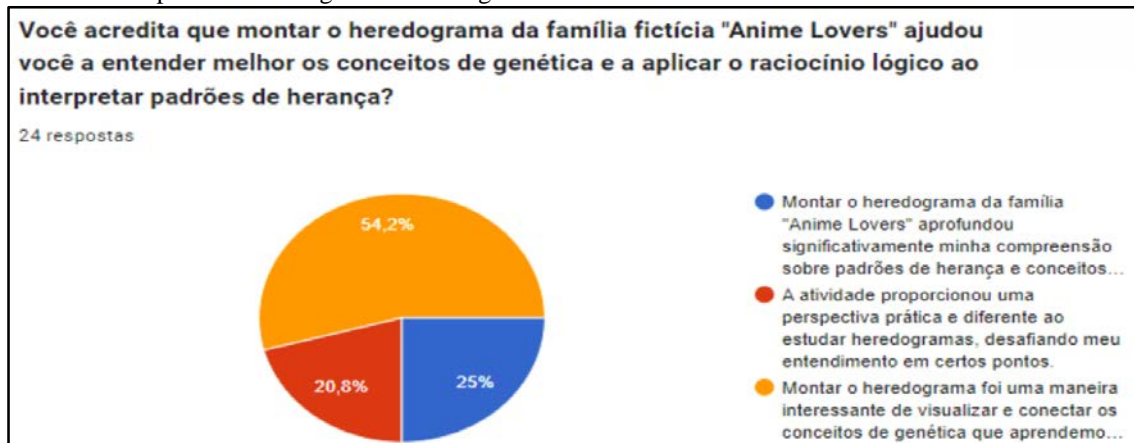
Estes dados ajudam a traçar um caminho para futuras práticas pedagógicas, onde a interligação entre a teoria e a prática se mostra fundamental para um aprendizado mais profundo e retentivo.

A análise das respostas à questão sobre a *montagem do heredograma da família "Anime Lovers"* revela um impacto positivo significativo dessa atividade na compreensão dos alunos sobre genética e padrões de herança. Conforme evidenciado no Gráfico 7, a maioria dos alunos (54,2%) considerou o processo de montar o heredograma uma maneira interessante e visual de conectar os conceitos de genética aprendidos em aula. Isso demonstra que a atividade foi eficaz em transformar o conhecimento abstrato em algo mais tangível e compreensível.

Além disso, 25% dos alunos sentiram que a atividade enriqueceu consideravelmente sua compreensão sobre padrões de herança e conceitos genéticos, sugerindo que a montagem do heredograma foi além de uma atividade lúdica, funcionando como um recurso pedagógico efetivo.

Por fim, 20,8% dos participantes reconheceram que a atividade lhes proporcionou uma perspectiva prática e diferente no estudo de heredogramas, desafiando-os a entender melhor e de maneira crítica os conceitos envolvidos. Isso destaca o papel da atividade em promover o pensamento analítico e crítico dos alunos, componentes fundamentais do PC.

Gráfico 7 - Impacto da montagem do heredograma “Anime Lovers”

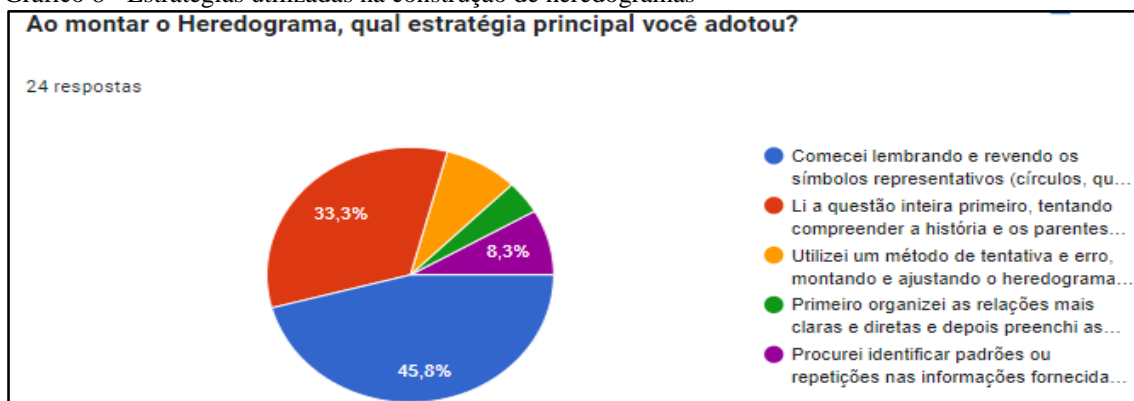


Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

A partir do Gráfico 7, é possível observar que a maioria dos alunos encontrou valor na atividade de montar o heredograma, o que reflete a eficácia da prática em reforçar o entendimento de conceitos genéticos complexos e em promover o raciocínio lógico na interpretação de padrões de herança.

No processo de investigação das abordagens utilizadas pelos alunos ao montarem o heredograma da família “Anime Lovers”, questionou-se: *Ao montar o Heredograma, qual estratégia principal você adotou?* As respostas a esta pergunta refletem como os alunos aplicaram princípios do PC na atividade proposta. A seguir, tem-se o gráfico com as respostas representativas deste questionamento.

Gráfico 8 - Estratégias utilizadas na construção de heredogramas



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Ao se voltar para o componente curricular de ciências, especialmente no ensino e aprendizagem de heredogramas no 9º ano, a importância do pilar da decomposição no PC torna-se evidente. Heredogramas são representações complexas de genealogias que exibem padrões de herança genética ao longo das gerações. Devido à sua natureza intrincada, que engloba uma

variedade de informações e exige um entendimento detalhado de interações genéticas, a interpretação correta de um heredograma pode apresentar desafios significativos para os estudantes.

Neste contexto, a **decomposição** emerge como uma estratégia pedagógica fundamental. Ao dividir o heredograma em componentes mais acessíveis – como identificar padrões de herança dominante ou recessiva, estabelecer relações de parentesco e reconhecer características específicas – os alunos são capazes de construir passo a passo uma compreensão mais completa e integrada.

Esta abordagem teórica é corroborada pelos dados coletados em nossa pesquisa, onde observamos que a maior parte dos alunos (45,8%) iniciou a análise dos heredogramas revisando os símbolos genéticos representativos. Esta estratégia exemplifica a decomposição, um aspecto fundamental do PC, que envolve segmentar um problema complexo em partes mais gerenciáveis. Tal técnica não é apenas crucial para um aprendizado efetivo em ciências, mas é particularmente fundamental no estudo da genética, onde a clareza na interpretação dos dados é essencial. A prevalência desta abordagem entre os estudantes reforça a ideia de que a decomposição é uma ferramenta eficaz para o ensino de conceitos científicos complexos, facilitando a compreensão e promovendo um aprendizado mais profundo e estruturado.

Em paralelo, uma proporção significativa dos alunos (33,3%) recorreu ao método de **tentativa e erro** para ajustar o heredograma, exemplificando habilidades de depuração. Esta abordagem iterativa⁸ na identificação e correção de erros é fundamental para o desenvolvimento de soluções precisas e eficazes em situações problemáticas.

Adicionalmente, uma estratégia de organização sequencial foi adotada por 20,8% dos alunos, que optaram por estruturar primeiro as relações genéticas mais claras e diretas e, posteriormente, as mais complexas. Isso demonstra uma aplicação do pensamento algorítmico, planejando passos lógicos e sequenciais para a resolução de problemas.

Um grupo menor de alunos (8,3%) escolheu ler todas as informações disponíveis antes de começar, uma estratégia que envolve a análise global e o planejamento, destacando a importância do pensamento abstrato para entender a tarefa como um todo antes de tomar ações concretas.

Ao aprender sobre heredogramas, os estudantes são desafiados a identificar similaridades e regularidades na transmissão de traços genéticos. Uma abordagem pedagógica eficaz encoraja os alunos a questionarem: “Esse padrão genético é similar a algum que já vi

⁸ Refere-se a um processo que é repetido até que se chegue a uma solução satisfatória para o problema em questão (Santos; Souza, 2023).

anteriormente? Em que ele difere?”. Esse tipo de indagação fomenta o reconhecimento de padrões, uma habilidade intrínseca ao PC e relevante no estudo da genética.

Essa prática foi evidente durante a atividade didática, onde alguns estudantes adotaram estratégias de **reconhecimento de padrões** ao procurarem por repetições nas informações fornecidas. Ao recordarem padrões previamente estudados, os alunos puderam aplicar soluções ou entendimentos já desenvolvidos, adaptando-os conforme necessário para a análise de novos heredogramas.

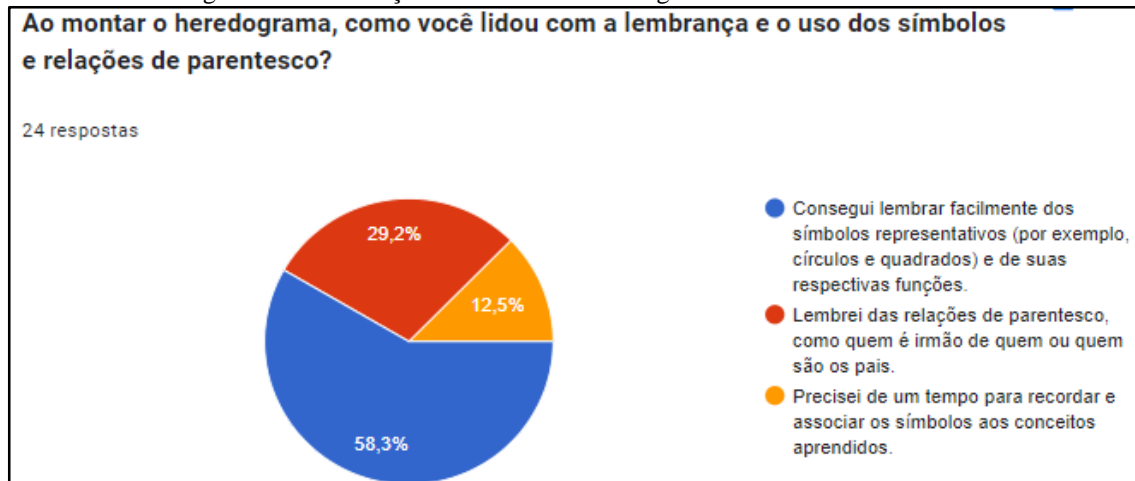
Por fim, a aplicação dessas estratégias na atividade com heredogramas reflete a prática consciente do PC, sublinhando sua importância no ensino de conceitos científicos. O reconhecimento de padrões, em particular, é um pilar do PC que foi claramente demonstrado pelos alunos. Essas abordagens coletivas facilitaram a compreensão dos conceitos genéticos durante a atividade, e promoveram uma aprendizagem mais profunda e aplicável em Ciências, alinhando-se à meta de cultivar um pensamento crítico e investigativo nos estudantes.

A habilidade dos alunos em se *recordar dos símbolos e relações de parentesco ao montar o heredograma* é fundamental para a compreensão efetiva da genética. De acordo com os dados coletados, a grande maioria dos estudantes (58,3%) indicou facilidade em lembrar dos símbolos genéticos, sugerindo uma forte retenção do conteúdo ensinado anteriormente. Esta facilidade no acesso às informações é uma indicação clara do sucesso das estratégias de ensino anteriores e da capacidade dos alunos de aplicar esse conhecimento em novos contextos.

Ademais, uma parcela dos estudantes (29,2%) lembrou as relações de parentesco com eficiência, mostrando que eles estão fazendo as conexões necessárias para interpretar os heredogramas. No entanto, 12,5% dos alunos expressaram a necessidade de mais tempo para associar os símbolos aos conceitos de genética, o que destaca a importância de revisões contínuas e práticas pedagógicas que fomentem a recuperação ativa de informações.

A seguir, o Gráfico 9 demonstra as porcentagens das respostas dos alunos e oferece uma perspectiva gráfica da distribuição das estratégias de memorização empregadas.

Gráfico 9 - Estratégias de memorização no montar do heredograma



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

O gráfico acima complementa a discussão textual e serve como uma representação visual que resume eficientemente as várias abordagens dos estudantes ao desafio de montar o heredograma. A partir deste ponto, podemos considerar as implicações dessas estratégias para o planejamento futuro das aulas de genética, visando aprimorar a retenção e a aplicação do conhecimento pelos alunos.

Os dados quantitativos referentes ao desempenho dos alunos durante a atividade proposta são sumarizados no Quadro 9. Este quadro apresenta uma visão geral do tempo gasto pelos alunos para solucionar as questões e construir o heredograma.

Quadro 9 - Percepção dos alunos sobre o tempo gasto para resolver as questões e montar o heredograma

Categoria de Resposta	Porcentagem
Foi rápido e direto	54,2%
Levei um tempo considerável, mas sem dificuldades	25,0%
Demorei mais do que esperava	16,7%
Tive que visitar várias vezes antes de concluir	4,2%

Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Nota-se que a maior parte (54,2%) completou a tarefa prontamente, indicando uma assimilação eficaz dos conceitos genéticos. Um quarto dos participantes (25%) precisou de mais tempo, mas sem grandes obstáculos, o que sinaliza um envolvimento reflexivo com o material. Uma parcela menor (16,7%) sentiu que a atividade foi mais demorada que o antecipado, sugerindo dificuldades pontuais na aplicação do conhecimento.

Por fim, 4,2% dos alunos precisaram revisar o conteúdo múltiplas vezes, refletindo os desafios inerentes ao entendimento de conceitos genéticos complexos. Esses dados ressaltam a

variação individual no ritmo de aprendizado e a importância de estratégias pedagógicas adaptativas no ensino de Ciências.

O Quadro 10 a seguir ilustra a participação colaborativa dos alunos na realização da atividade proposta, destacando as porcentagens daqueles que buscaram auxílio, os que optaram por realizar a tarefa de maneira independente, e os que contribuíram com seus colegas no processo.

Quadro 10 - Colaboração na realização da atividade

Resposta	Porcentagem
Não, fiz tudo sozinho	41,7%
Sim, pedi ajuda a um colega	33,3%
Fiz só e colaborei com algum(a) colega	25%

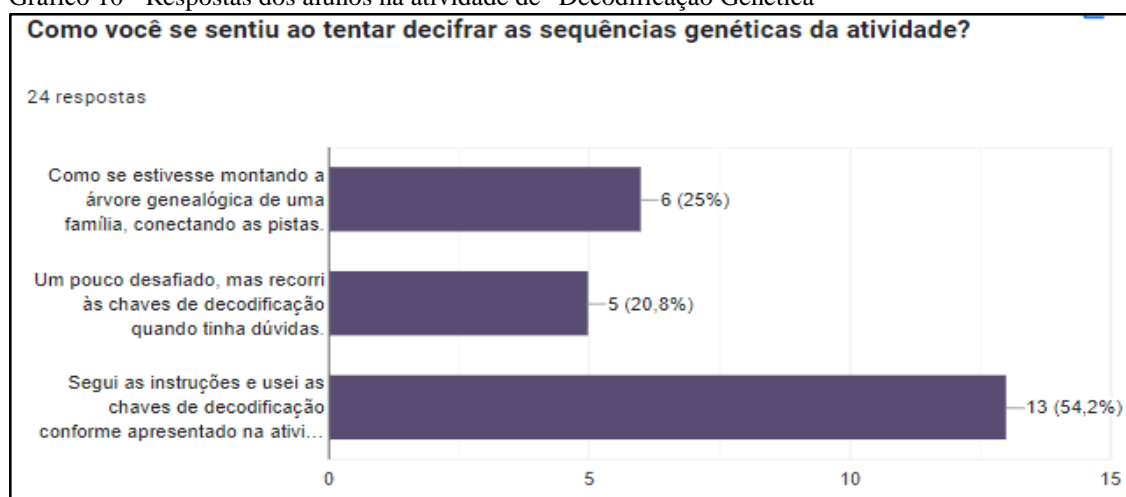
Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Os dados revelam que a maioria dos alunos (41,7%) conseguiu completar a tarefa de maneira independente, o que indica autonomia e confiança em seu próprio entendimento dos conceitos de genética. Além disso, um terço dos alunos (33,3%) optou por uma abordagem colaborativa, buscando a interação com colegas para enriquecer o processo de aprendizagem.

A colaboração pode facilitar o entendimento compartilhado e a resolução de problemas, elementos centrais do PC e do aprendizado científico. Uma parcela dos estudantes (25%), contudo, precisou de ajuda direta, o que indica a importância de oferecer suporte adicional para alguns alunos em tarefas desafiadoras como a construção de heredogramas. Essas variedades nas estratégias adotadas pelos alunos para concluir a atividade refletem a diversidade de estilos de aprendizagem e a necessidade de métodos pedagógicos que considerem tanto a independência quanto a cooperação.

Ao analisar as reações dos alunos à atividade “Decodificando a Sequência Genética”, o Gráfico 10 abaixo fornece informações sobre como os alunos abordaram e processaram o desafio de decifrar códigos genéticos.

Gráfico 10 - Respostas dos alunos na atividade de “Decodificação Genética”



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

Os resultados mostram que a maioria dos alunos (54,2%) conseguiu lidar com a atividade de forma estruturada, aderindo às instruções e utilizando as ferramentas de decodificação fornecidas, o que aponta que as diretrizes da atividade foram bem elaboradas e efetivamente compreendidas. Enquanto isso, um quarto dos participantes (25%) fez uma conexão criativa entre a tarefa e o processo de mapeamento das relações familiares em um heredograma, indicando uma compreensão integrada dos conceitos genéticos em jogo. Além disso, a parcela de estudantes que se sentiu desafiada, mas que recorreu às ferramentas disponíveis em momentos de incerteza (20,8%), destaca a disposição dos alunos em buscar soluções e a eficácia da atividade em promover a independência na aprendizagem.

Os resultados evidenciados no Gráfico 10 ressaltam a capacidade dos alunos de aplicar pensamento crítico e lógico, refletindo uma abordagem pedagógica que promove a reflexão independente e a análise baseada em critérios. A habilidade dos alunos em seguir as instruções, fazer conexões com conhecimentos prévios e buscar soluções ativamente durante a atividade supracitada ilustra o desenvolvimento de um pensamento crítico responsável.

Este aspecto é fundamental, pois, conforme descrito na literatura:

O Pensamento Crítico (CrT) é a capacidade de desenvolver uma reflexão crítica independente. O pensamento crítico permite a análise de ideias, de conhecimentos e de processos relacionados a um sistema de valores e julgamentos próprios. É o pensamento responsável que é baseado em critérios e sensível ao contexto e aos outros (Santos *et al.*, 2023, p. 23).

Portanto, a aplicação desta habilidade cognitiva na atividade facilita a compreensão dos conceitos genéticos, e prepara os estudantes para enfrentar desafios analíticos de forma autônoma e contextualizada no mundo real. Esta capacidade de reflexão independente e baseada

em critérios é particularmente relevante no ensino de Ciências, onde o pensamento crítico é um elemento fundamental para a interpretação de dados e a tomada de decisões informadas.

Essas reações dos alunos demonstram a eficiência das estratégias pedagógicas utilizadas, e enfatizam a relevância de proporcionar experiências de aprendizado que incentivem o pensamento crítico e a capacidade de aplicar o conhecimento teórico em situações práticas. Estes são fundamentos essenciais do PC no ensino de Ciências, refletindo uma educação científica contemporânea que valoriza a compreensão conceitual e a aplicabilidade prática.

A percepção dos alunos quanto ao desafio da atividade, baseada na pergunta “*Você achou a atividade desafiadora?*”, variou. A maioria, 66,7%, achou desafiadora, indicando engajamento e aplicação de conhecimentos. Um grupo de 16,7% sentiu a atividade como equilibrada, e outro de 16,7% a considerou intuitiva e direta.

Essas percepções revelam que a atividade foi efetiva em alcançar diferentes níveis de habilidade, desafiando alguns enquanto facilitava o entendimento para outros. Isso reforça a importância de estratégias pedagógicas diversificadas que promovam o pensamento crítico e atendam às variadas necessidades dos alunos no aprendizado de Ciências.

A indagação “*Você já fez alguma atividade antes onde precisou decifrar códigos ou mensagens escondidas?*” revelou que para 41,7% dos participantes, a atividade representou uma nova experiência. Enquanto isso, 33,3% afirmaram já ter realizado atividades similares, e 25% estavam incertos se já haviam tido essa experiência antes.

Este espectro de respostas indica que, embora a tarefa tenha sido uma novidade para muitos, outros já possuíam alguma familiaridade com atividades que exigem decodificação, o que pode ter influenciado a maneira como abordaram o desafio proposto. A exposição anterior a tais atividades pode facilitar o desenvolvimento de habilidades de PC, como reconhecimento de padrões e abstração, fundamentais para a decifração de informações codificadas.

No que diz respeito à indagação “*Como você se sentiu em relação ao tempo dado para a atividade e à cooperação entre os colegas?*”, uma maioria expressiva de 66,7% sentiu que o tempo foi suficiente e que houve uma colaboração efetiva entre eles. Uma parcela de 25% dos respondentes indicou que, embora o tempo tenha sido adequado, houve dificuldades na cooperação com os colegas. Somente 8,3% expressaram a necessidade de mais tempo, apesar de terem cooperado entre si.

Estes dados demonstram que a maior parte da classe conseguiu trabalhar em conjunto de forma eficiente dentro do tempo proposto, o que pode refletir uma dinâmica de grupo bem estabelecida e a eficácia das estratégias de ensino em promover o trabalho colaborativo. A minoria que enfrentou desafios na cooperação ou na gestão do tempo destaca a necessidade de

considerar ajustes pedagógicos para facilitar a interação entre os alunos e garantir que todos tenham a oportunidade de contribuir de forma significativa durante as atividades em grupo.

Na questão “*Ao relacionar as chaves de decodificação com a mensagem criptografada, como você se sentiu?*”, as respostas dos alunos revelam aspectos significativos do processo de aprendizagem e da aplicação do PC. A maior parte dos alunos (62,5%) afirmou ter compreendido e feito a relação rapidamente, o que revela uma boa compreensão e aplicação imediata dos conceitos. Isso pode ser interpretado como um indicativo de que os alunos foram capazes de abstrair e aplicar as chaves de decodificação de forma eficiente, um componente do PC que envolve simplificar um problema complexo para uma forma mais acessível e gerenciável.

Por outro lado, uma parcela significativa de 37,5% dos alunos indicou que precisou de mais tempo para entender, ou que teve que revisar as chaves várias vezes para compreender. Essa resposta ressalta a importância da persistência e da iteração no processo de aprendizagem, que são habilidades essenciais do PC. O ato de revisar e refinar a compreensão de um problema reflete a habilidade de depuração, onde o aluno ajusta sua abordagem até alcançar a solução desejada.

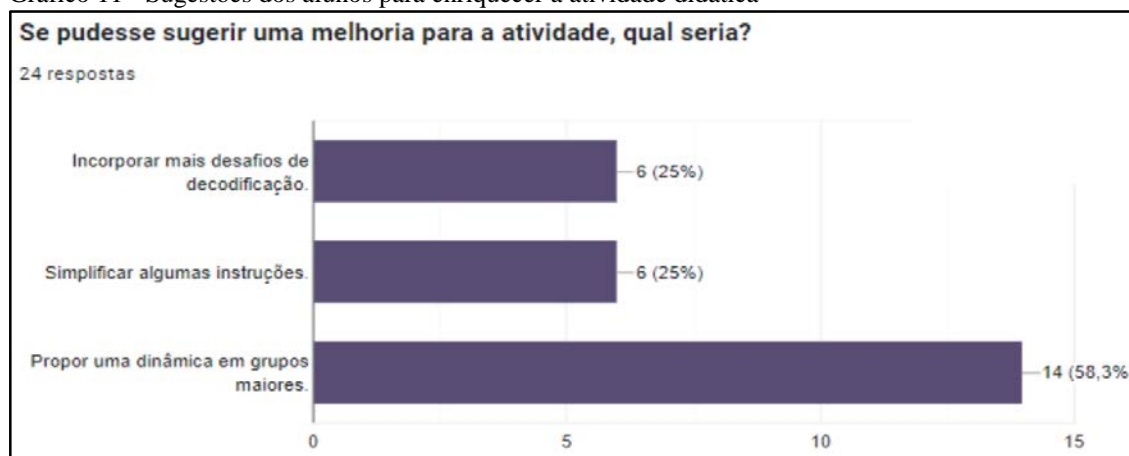
Para a questão “*Se pudesse sugerir uma melhoria para a atividade, qual seria?*”, os alunos apresentaram sugestões que podem oferecer informações importantes para o aprimoramento de práticas pedagógicas futuras. Uma maioria de 58,3% dos alunos sugeriu a proposta de uma dinâmica em grupos maiores, o que pode indicar uma preferência por abordagens colaborativas e interativas no processo de aprendizagem.

A demanda expressa pelos alunos por dinâmicas em grupos maiores, conforme revelado na questão acima, ressoa com as observações de Brackmann (2017) sobre os benefícios da introdução da computação na educação básica. O autor supracitado enfatiza que além de preparar os estudantes para uma demanda crescente por habilidades em programação, a computação fomenta o trabalho colaborativo, expande as capacidades humanas e incentiva a aplicação de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como meios para explorar diferentes áreas do conhecimento.

Além disso, 25% dos alunos expressaram o desejo de incorporar mais desafios de decodificação, refletindo um interesse em engajar-se com atividades que estimulem o raciocínio lógico e a análise crítica - aspectos fundamentais do PC. A mesma porcentagem de alunos apontou a necessidade de simplificar algumas instruções, indicando que a clareza na comunicação de tarefas é essencial para a compreensão e a execução eficaz das atividades propostas.

Estas sugestões, exemplificadas no Gráfico 11, logo a seguir, ressaltam a importância de metodologias de ensino que são ao mesmo tempo desafiadoras e acessíveis, promovendo um ambiente de aprendizagem que é estimulante e suporta o desenvolvimento das competências do PC.

Gráfico 11 - Sugestões dos alunos para enriquecer a atividade didática



Fonte: Dados coletados pela pesquisadora via *Google Forms*, 2023.

As melhorias propostas pelos alunos para a atividade refletem a busca por maior colaboração e desafio cognitivo. A alta demanda por trabalhos em grupos maiores enfatiza o valor da interação social na aprendizagem, enquanto o desejo por mais desafios e instruções claras destaca a importância do equilíbrio entre complexidade e acessibilidade. Esses feedbacks serão fundamentais para aprimorar futuras atividades educacionais, promovendo uma integração mais efetiva do PC e das metodologias de ensino de ciências.

4.2.3 Terceiro Momento

Avançando para a conclusão do ciclo de aprendizagem definido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), chega-se à etapa de Aplicação do Conhecimento. Nessa fase, o estudante é incentivado a fazer uso prático e consciente do saber adquirido, analisando e aplicando os conceitos científicos nas questões que desencadearam o estudo e em situações diversas que, embora não diretamente relacionadas ao tema inicial, são esclarecidas por meio do conhecimento científico adquirido.


Nesse momento, a utilização dos conhecimentos vai além da execução de tarefas e abrange a capacidade de integrar e aplicar conceitos científicos em contextos do cotidiano. O

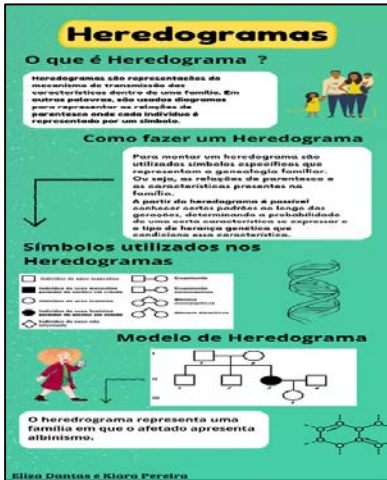
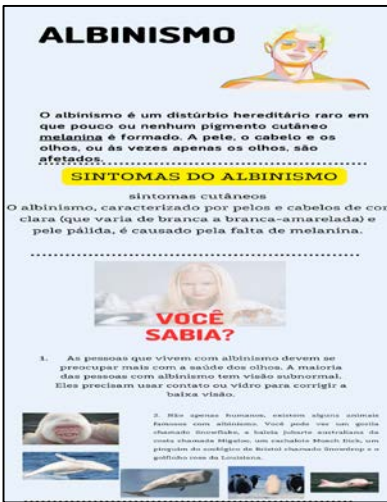
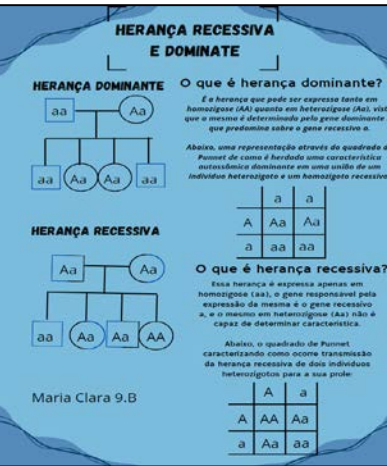
objetivo dessa etapa é desenvolver no aluno a habilidade de empregar o conhecimento científico de maneira crítica e reflexiva, contribuindo para o seu entendimento do mundo.

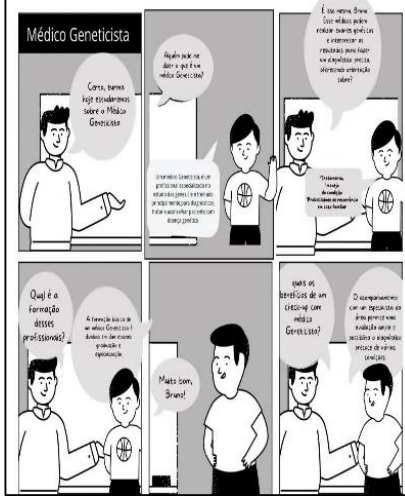


Para exemplificar essa etapa, propôs-se uma atividade criativa: os alunos foram desafiados a criar uma narrativa visual sobre o albinismo, heredogramas e herança genética, utilizando a ferramenta *Canva Education* para produzir histórias em quadrinhos, tirinhas ou infográficos. Esta atividade, que ocorreu em dois períodos de aula (96 minutos), proporcionou a coleta de produções dos estudantes para posterior análise pela professora, com o intuito de avaliar como os conceitos científicos são integrados à expressão criativa e ao pensamento crítico dos alunos.

Para organizar as informações sobre os trabalhos dos alunos de forma clara e acessível, o Quadro 11 abaixo categoriza os aspectos chave de cada trabalho:

Quadro 11 - Criações dos alunos sobre genética e albinismo

Título do Trabalho	Aspectos Chave	Link para Visualização Expandida
Mitos e Verdades do Albinismo	<p>Este trabalho apresenta uma abordagem sensível e bem-informada sobre o albinismo, priorizando a precisão conceitual e a conscientização sobre a condição. A criatividade se manifesta na maneira como a temática é explorada, ultrapassando a simples transmissão de informações para promover a empatia e o entendimento. A seleção de conteúdo e o layout do infográfico demonstram um esforço consciente em educar e envolver emocionalmente o público, contribuindo para a desmistificação e maior aceitação das pessoas com albinismo. A capacidade de abordar um tema complexo com uma apresentação visualmente atraente e didaticamente eficaz reflete uma aplicação bem-sucedida do conhecimento adquirido em sala de aula.</p>	<p>T1</p> 

<p>Heredogramas - O que são e como fazer</p>	<p>O projeto educativo aborda heredogramas de maneira inovadora, utilizando elementos visuais intuitivos e uma narrativa explicativa clara. Ele se sobressai pela integração de diagramas e exemplos práticos que facilitam o entendimento da herança genética. A representação de um heredograma específico, mostrando a transmissão do albinismo, exemplifica a aplicação de conceitos teóricos em situações concretas, demonstrando a eficácia da estratégia pedagógica. A combinação equilibrada entre texto e ilustração transforma a complexidade da genética em um conteúdo palpável e interativo, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico e estimulante.</p>	<p style="text-align: right;">T2</p>  <p>Heredogramas O que é Heredograma ? Heredogramas são representações de sucessões de eventos sob um determinado aspecto do qual resulta em outros padrões, são usados diagramas para representar as relações de parentesco entre cada indivíduo e representado por um símbolo.</p> <p>Como fazer um Heredograma Para montar um heredograma são utilizadas símbolos específicos que representam o genótipo familiar. De fato, as relações de parentesco e as características presentes no familiar. A partir do heredograma é possível conhecer certas profecias no longo das gerações, determinando a probabilidade de uma característica se expressar e o tipo de herança genética que condiciona essa característica.</p> <p>Símbolos utilizados nos Heredogramas</p> <ul style="list-style-type: none"> Indivíduo de sexo masculino Indivíduo de sexo feminino Indivíduo afetado Indivíduo não afetado Indivíduo afetado e afetado Indivíduo afetado e não afetado Indivíduo não afetado e afetado Indivíduo não afetado e não afetado Indivíduo afetado e afetado Indivíduo afetado e não afetado Indivíduo não afetado e afetado Indivíduo não afetado e não afetado <p>Modelo de Heredograma</p> <p>O heredograma representa uma família em que o afetado apresenta albinismo.</p> <p>Elisa Dantas e Kiara Pereira</p>																		
<p>Albinismo - Informações Essenciais</p>	<p>Este infográfico oferece uma exploração detalhada e cuidadosa do albinismo, articulando com precisão os fundamentos genéticos e desconstrói mitos prevalentes, servindo como uma ferramenta educacional poderosa para esclarecer mal-entendidos. A estética visual é atraente e didática, facilitando que as informações sejam acessíveis e retidas. A apresentação promove a conscientização e a empatia, apoiando um entendimento mais respeitoso sobre a condição. Este trabalho reflete um compromisso com a educação inclusiva e o reconhecimento da diversidade.</p>	<p style="text-align: right;">T3</p>  <p>ALBINISMO</p> <p>O albinismo é um distúrbio hereditário raro em que pouco ou nenhum pigmento cutâneo melanina é formado. A pele, o cabelo e os olhos, ou às vezes apenas os olhos, são afetados.</p> <p>SINTOMAS DO ALBINISMO</p> <p>sintomas cutâneos O albinismo, caracterizado por pelos e cabelos de cor clara (que varia de branca a branca-amarelada) e pele pálida, é causado pela falta de melanina.</p> <p>VOÇÊ SABIA?</p> <ol style="list-style-type: none"> As pessoas que vivem com albinismo devem se preocupar mais com a saúde dos olhos. A maioria das pessoas com albinismo tem visão subnormal. Elas precisam usar contato ou vidro para corrigir a baixa visão. Muitas pessoas com albinismo, incluem alguns animais familiares como albinismo. Você pode ver um guri chamado "Branquinho" e também um heterozigoto (Aa) visto que o mesmo é determinado pelo gene dominante A, que predomina sobre o gene recessivo a. <p>Abaixo, uma representação através do quadrado de Punnett de como é herdado uma característica autossômica dominante em uma união de um indivíduo heterozigoto e um homocigoto recessivo.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td></td><td>a</td><td>a</td></tr> <tr><td>A</td><td>Aa</td><td>Aa</td></tr> <tr><td>a</td><td>aa</td><td>aa</td></tr> </table> <p>O que é herança recessiva? Essa herança é expressa apenas em homocigoto (aa), o gene responsável pela expressão de mesmo é o gene recessivo a, e o mesmo em heterozigoto (Aa) não é capaz de determinar característica.</p> <p>Abaixo, o quadrado de Punnett caracterizando como ocorre transmissão de herança recessiva de dois indivíduos heterozigotos para a sua prole.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td></td><td>A</td><td>a</td></tr> <tr><td>A</td><td>AA</td><td>Aa</td></tr> <tr><td>a</td><td>Aa</td><td>aa</td></tr> </table>		a	a	A	Aa	Aa	a	aa	aa		A	a	A	AA	Aa	a	Aa	aa
	a	a																		
A	Aa	Aa																		
a	aa	aa																		
	A	a																		
A	AA	Aa																		
a	Aa	aa																		
<p>Herança Recessiva e Dominante</p>	<p>A produção sobre “Herança Recessiva e Dominante” é um infográfico educativo que esclarece os fundamentos da herança genética com eficácia. O trabalho é marcado por um layout claro e estruturado, que utiliza representações gráficas e quadros de Punnett para demonstrar a transmissão de traços genéticos. A habilidade em sintetizar e comunicar conceitos complexos de forma didática é evidente, proporcionando uma experiência de aprendizado visualmente intuitiva e engajante.</p>	<p style="text-align: right;">T4</p>  <p>HERANÇA RECESSIVA E DOMINANTE</p> <p>HERANÇA DOMINANTE</p> <p>O que é herança dominante? É a herança que pode ser expressa tanto em homocigoto (AA) quanto em heterozigoto (Aa), visto que o mesmo é determinado pelo gene dominante A, que predomina sobre o gene recessivo a.</p> <p>Abaixo, uma representação através do quadrado de Punnett de como é herdado uma característica autossômica dominante em uma união de um indivíduo heterozigoto e um homocigoto recessivo.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td></td><td>a</td><td>a</td></tr> <tr><td>A</td><td>Aa</td><td>Aa</td></tr> <tr><td>a</td><td>aa</td><td>aa</td></tr> </table> <p>HERANÇA RECESSIVA</p> <p>O que é herança recessiva? Essa herança é expressa apenas em homocigoto (aa), o gene responsável pela expressão de mesmo é o gene recessivo a, e o mesmo em heterozigoto (Aa) não é capaz de determinar característica.</p> <p>Abaixo, o quadrado de Punnett caracterizando como ocorre transmissão de herança recessiva de dois indivíduos heterozigotos para a sua prole.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td></td><td>A</td><td>a</td></tr> <tr><td>A</td><td>AA</td><td>Aa</td></tr> <tr><td>a</td><td>Aa</td><td>aa</td></tr> </table> <p>Maria Clara 9.B</p>		a	a	A	Aa	Aa	a	aa	aa		A	a	A	AA	Aa	a	Aa	aa
	a	a																		
A	Aa	Aa																		
a	aa	aa																		
	A	a																		
A	AA	Aa																		
a	Aa	aa																		

<p>Médico Geneticista</p>	<p>O trabalho intitulado “Médico Geneticista” é uma história em quadrinhos que aborda o papel e as funções de um profissional na área da genética. A aluna utiliza uma narrativa sequencial com diálogos claros e interativos, tornando o conteúdo científico acessível e envolvente. Os desenhos que acompanham o texto facilitam a compreensão e destacam a relevância da genética na saúde. Este trabalho demonstra habilidade criativa na comunicação de temas complexos e exemplifica o engajamento estudantil na aplicação do conhecimento científico.</p>	<p>T5</p> 
<p>Albinos Famosos</p>	<p>A exposição oferece uma perspectiva ilustrativa e informativa sobre figuras públicas com albinismo, desmistificando preconceitos e enfatizando a diversidade e inclusão. Utiliza-se de retratos e relatos biográficos que conferem humanização ao conteúdo, aproximando o público-alvo da realidade vivenciada por essas personalidades.</p>	<p>T6</p> 
<p>Cuidados Necessários para Pessoas com Albinismo</p>	<p>Esta produção faz uso de imagens visuais e bulas informativas para destacar os cuidados essenciais para indivíduos albinos, combinando elementos gráficos e textuais de forma a criar uma mensagem clara e educativa.</p>	<p>T7</p> 

<p>Preconceitos com a Pessoa Albina</p>	<p>Este trabalho convida o aluno a uma reflexão sobre o albinismo, abordando as adversidades sociais e discriminatórias que as pessoas com essa condição genética enfrentam. Utiliza imagens impactantes e informações pertinentes para educar e sensibilizar, desfazendo mitos e promovendo a empatia e o respeito pela diversidade.</p>	<p>T8</p> <p>Preconceitos com a pessoa Albina</p>  <p>Triste época é mais fácil desintegrar um átomo do que um preconceito.</p>
<p>A Importância dos Heredogramas</p>	<p>Este trabalho explora a funcionalidade e a aplicação dos heredogramas na genética, apresentando-os de forma didática. Este infográfico detalhado explica o que é um heredograma e exemplifica sua utilização na análise de padrões de herança genética. O uso de cores, ilustrações e explicações claras faz deste trabalho um recurso educacional relevante, destacando-se pela habilidade de tornar um tema complexo acessível e envolvente.</p>	<p>T9</p> <p>A IMPORTÂNCIA DOS HEREDOGRAMAS</p>  <p>EDUARDA GABRIELLY A. DA SILVA 08</p>
<p>Compreendendo o Albinismo e Seus Cuidados</p>	<p>Este trabalho se destaca pela sua abordagem abrangente e informativa, que visa esclarecer dúvidas comuns sobre o albinismo e destacar os cuidados necessários para quem possui essa condição genética. A escolha de imagens reais complementa o conteúdo textual, proporcionando uma conexão visual que reforça os pontos discutidos. O conteúdo apresentado demonstra um entendimento das características do albinismo, como uma condição não transmissível que envolve a ausência de melanina. As consequências e recomendações de cuidados estão corretas e alinhadas com as orientações médicas padrão, refletindo a precisão conceitual necessária para a educação científica e a sensibilização sobre condições genéticas.</p>	<p>T10</p> <p>Compreendendo o Albinismo e Seus Cuidados</p> 

Ao avaliar os trabalhos apresentados no quadro e a aplicação do storytelling⁹ pelos alunos, podemos invocar Moran (2013, p. 32), que afirma que o “conteúdo educacional - bem-elaborado, atualizado e atraente - pode ser muito útil para que professores possam selecionar materiais [...] que sirvam para momentos diferentes do processo educativo”.

Esta citação ressalta a relevância do material produzido pelos alunos, que reflete uma compreensão conceitual do tema do albinismo, e a habilidade de comunicar esses conceitos de maneira inovadora e engajante, utilizando recursos visuais e narrativas que potencializam o aprendizado.

Ademais, a diversidade criativa e a síntese de informações complexas em formatos acessíveis são ecos da ideia de que “aprender exige envolver-se, pesquisar, ir atrás, produzir novas sínteses, é fruto de descobertas” (Moran, 2013, p. 34).

Os alunos, ao criarem seus infográficos, história em quadrinhos e apresentações, demonstraram não estar em um estado passivo, mas sim ativamente engajados em um processo de aprendizagem que é dinâmico e motivador. Eles não foram meros receptores de conhecimento, mas participantes ativos na construção e na comunicação do saber.

A capacidade de construir pontes motivadoras, conforme Moran (2013) indica, é evidente na forma como cada trabalho foi concebido para despertar o interesse e encorajar a pesquisa e a comunicação. Isso reflete um movimento em direção a um modelo educacional onde “aprender hoje é buscar, comparar, pesquisar, produzir, comunicar” (p. 34), afastando-se do tradicional “modelo de passar conteúdo e cobrar sua devolução”. Assim, os trabalhos aqui analisados representam um avanço significativo no âmbito educacional, demonstrando o sucesso do ensino que promove a aprendizagem ativa e viva.

Conforme Behrens (2013), é essencial cultivar competências que abarcam desde a fluência digital até a capacidade de solucionar problemas, passando pelos '3 c's' - comunicação, colaboração e criatividade. Esse enfoque sublinha a importância de equipar os alunos com informações e dados, bem como com as habilidades necessárias para utilizar esses dados de maneira criativa e cooperativa no contexto global atual.

⁹ É a técnica de elaborar e encadear cenas, dando-lhes um sentido envolvente que capte a atenção das pessoas e enseje a assimilação de uma ideia central (Xavier, 2015, p. 11).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, realizada em uma escola estadual de Porto Velho/RO, focou nos desafios do ensino de genética e no desenvolvimento do PC por meio do estudo de heredogramas. A sequência didática desenvolvida, embasada nos 3MP e reforçada com atividades da CD, provou ser eficaz ao promover o engajamento dos alunos do 9º ano e aprofundar a compreensão deles sobre os conceitos genéticos.

O estudo envolveu 24 alunos do 9º ano, com idades variando entre 14 e 15 anos, e uma composição predominantemente feminina. A voluntariedade dos alunos em participar do estudo assegurou que as interações e contribuições fossem genuínas, refletindo um engajamento autêntico com o processo de aprendizagem. Esta diversidade e particularidade do grupo estudado proporcionaram um panorama rico para a análise dos resultados e para a compreensão das dinâmicas de aprendizagem em um contexto real de sala de aula, cumprindo os objetivos específicos propostos, são eles:

- 1) O discurso sobre os 3MP no ensino de Ciências foi aprofundado, destacando a eficácia dessa metodologia na promoção de uma aprendizagem contextualizada e crítica.
- 2) Refletiu-se sobre os desafios e potencialidades da CD, constatando-se sua eficácia como estratégia pedagógica para tornar o ensino de Ciências mais real e significativo.
- 3) As atividades de ensino baseadas na CD auxiliaram no entendimento dos conceitos e técnicas associadas à construção e análise de heredogramas, evidenciando o sucesso desta abordagem inovadora.
- 4) Foi elaborado um produto educacional para professores de Ciências, vinculado a esta dissertação, que agora se apresenta como um recurso relevante para a comunidade educativa, especialmente considerando a escassez de pesquisas na área de ensino de Ciências com enfoque no PC.

A eficácia deste produto e das abordagens adotadas na pesquisa foi evidenciada pelos dados obtidos através do *Google Forms*, que forneceram dados importantes sobre o impacto das atividades na aprendizagem dos alunos.

Os dados coletados via *Google Forms* revelaram que as estratégias adotadas pelos alunos para a conclusão das atividades refletem uma diversidade de estilos de aprendizagem e a necessidade de métodos pedagógicos que considerem tanto a independência quanto a cooperação.

Foi notável o desenvolvimento dos alunos na habilidade de aplicar o pensamento crítico e lógico, refletindo uma abordagem pedagógica que promove a reflexão independente e a análise baseada em critérios.

Ademais, as respostas dos alunos ao *Google Forms* destacaram o incentivo significativo às habilidades inerentes ao PC durante a criação e análise de heredogramas. Evidenciou-se o uso da decomposição, onde os alunos fragmentaram as atividades em etapas menores para facilitar a compreensão; a abstração, focando nos aspectos essenciais dos heredogramas; o reconhecimento de padrões, identificando semelhanças e diferenças nos dados genéticos; e a formulação de algoritmos, onde sequências lógicas foram criadas para solucionar problemas complexos.

Estratégias como tentativa e erro e iteração também foram evidentes, mostrando a capacidade dos estudantes de adaptar suas abordagens em resposta aos desafios encontrados. Esta ênfase nas habilidades do PC reforça a importância de integrar esses conceitos ao currículo de Ciências, preparando os alunos para abordar problemas complexos de forma inovadora e produtiva.

A fase da Problematização Inicial desta pesquisa, que se concentrou no tema do albinismo, desempenhou um papel relevante na sensibilização dos alunos e na introdução de múltiplas perspectivas sobre essa condição genética. Ao discutir o albinismo, os estudantes foram expostos a uma variedade de desafios e experiências vividas por pessoas com esta condição, abordando aspectos relacionados à idade, gênero, etnia e inclusão social. Esta abertura para diferentes pontos de vista aumentou a empatia e a consciência social dos alunos, e promoveu um pensamento crítico mais profundo sobre as implicações sociais e científicas do albinismo.

No que diz respeito à etapa de Organização do Conhecimento, as atividades inspiradas na CD mostraram-se fundamentais para aprofundar o entendimento dos alunos sobre os conceitos de genética, particularmente os heredogramas. Por meio de exercícios práticos e lúdicos, os alunos puderam visualizar e manipular informações genéticas de uma forma mais concreta. Esta abordagem pedagógica reforçou os conhecimentos teóricos adquiridos e fomentou habilidades como a colaboração e a comunicação entre os estudantes, elementos essenciais para o desenvolvimento de uma aprendizagem colaborativa e eficaz.

Quanto à fase final da sequência didática, a Aplicação do Conhecimento, ficou evidenciado uma diversidade de abordagens criativas e originais por parte dos alunos, além do desenvolvimento de habilidades em sintetizar informações complexas em formatos visuais e

narrativos acessíveis, refletindo uma compreensão conceitual do tema do albinismo e a capacidade de comunicar esses conceitos de forma inovadora e atraente.

Nos registros do diário de bordo e nas falas dos estudantes, ficou evidente a realização prática do que Delizoicov e Muenchen (2014) teorizam sobre os 3MP. Os alunos demonstraram a compreensão dos conteúdos abordados, bem como habilidades em aplicar estes conhecimentos em novos contextos, confirmando a eficácia da sequência didática na promoção de um aprendizado significativo e extensivo. Este resultado concretiza o ideal dos 3MP, transcendendo a revisitação de problemas iniciais e incentivando a aplicação prática e crítica do conhecimento adquirido.

Os resultados desta pesquisa enfatizam a relevância intrínseca do PC no aprimoramento das práticas pedagógicas, especialmente no ensino de Ciências. A decomposição de problemas, a identificação de padrões e a abstração de informações essenciais foram habilidades desenvolvidas nos alunos, preparando-os para enfrentar desafios analíticos de forma autônoma e contextualizada. As atividades didáticas também promoveram uma maior compreensão do processo científico e destacaram a importância da colaboração na resolução de problemas complexos.

Em conclusão, a integração dos 3MP com as atividades da CD mostrou-se uma abordagem educacional eficaz e inovadora, demonstrando seu potencial significativo no ensino de Ciências no ensino fundamental. O produto educacional resultante desta pesquisa, uma sequência didática, está agora disponível como um recurso de relevância para educadores, e espera-se que sua implementação continue a enriquecer as práticas pedagógicas e a desenvolver o PC entre os alunos.

Além disso, recomenda-se que pesquisas futuras explorem o foco na formação de professores, preparando-os para os desafios de integrar metodologias inovadoras como o PC em suas práticas pedagógicas. A presente pesquisa, portanto, abre caminhos para uma variedade de direções investigativas, contribuindo para um ensino mais integral e efetivo que responda às exigências educacionais do século XXI.

REFERÊNCIAS

AGAMME, Ana Luiza Dias Abdo. *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. 2010. 83 f. Monografia (Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

AMORIM, Ana Paula; BARRETO, Renata. *Pensamento computacional na educação: caminhos e perspectivas para o futuro que ainda não concebemos*. Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

ANASTACIO, Marco Antonio Sanches; SCHIMIGUEL, Juliano; BARBOZA JUNIOR, Alcides Teixeira; KAMIMURA, Leonardo Akira Teixeira Dantas. *Computação Desplugada*. In: SCHIMIGUEL, Juliano (Org.). *Pensamento Computacional*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2022. p. 33-52.

ANDRADE, Maria Margarida de. *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação*. 7. ed. 2. reimp. São Paulo: Atlas, 2006.

ANDRÉ, Claudio Fernando. O pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania. *Teccogs - Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, n. 18, p. 94-109, jul./dez. 2018.

ARAÚJO, Laís Baldissarelli; MUENCHEN, Cristiane. Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos: algumas potencialidades. *Alexandria – Revista de Educação Científica e Tecnológica*, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 51-69, maio. 2018.

BARR, Valerie; STEPHENSON, Chris. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BELL, Tim; WITTEN Ian H.; FELLOWS, Mike. *Computer Science Unplugged – Ensinando Ciência da Computação sem o uso do Computador*. Tradução de Luciano Porto Barreto. 2011. Disponível em: <https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BEHRENS, Marilda Aparecida. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. rev. e atual. Campinas, SP: Papirus, 2013. p. 73-140.

BIZZO, Nelio. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Biruta, 2009.

BLIKSTEIN, Paulo. *O Pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação*. 2008. Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html. Acesso em: 10 ago. 2023.

BRACKMANN, Christian Puhmann. *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular – BNCC*. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 mar. 2023.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CNE/CEB nº 2/2022. Define normas sobre o ensino de computação na educação básica. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 3 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/mec-aprova-parecer-que-define-normas-sobre-o-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 17 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 12 jan. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14533.htm. Acesso em: 17 fev. 2024.

CARDOSO, Renata. *Visual, auditivo e cinestésico: conheça os diferentes estilos de aprendizagem*. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.com.br/conheca-estilos-aprendizagem/>. Acesso em: 14 set. 2023.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA - CIEB. *Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental*. São Paulo, 2018. Disponível em: https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo-de-referencia_EI-e-EF_2a-edicao_web.pdf. Acesso em: 6 jul. 2023.

CONFORTO, Debora; CAVEDINI, Patrícia; MIRANDA, Roxane; CAETANO, Saulo. Pensamento computacional na Educação Básica: interface tecnológica na construção de competências do Século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 99-112, 2018.

COSTA, Silvânia da Silva; DONATO, Christiane Ramos. Materiais manipuláveis e o ensino de Matemática e Ciências: relato de um curso de extensão. *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, v. 35, n. 1, jan./jun. 2022.

CREMA, Cristiani. *Cartilha com atividades desplugadas para o Ensino Médio*. 2020. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2020.

CRUZ, Marcia Kniphoff da. *Computação desplugada na escola*. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, [S. d.].

DAVIS, Claudia; NUNES, Marina M. R.; NUNES, Cesar A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. *Cadernos de Pesquisa*, v. 35, n. 125, p. 205-230, maio/ago. 2005.

DELIZOICOV, Demétrio. *Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau*. 1982. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio. La Educación en Ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DOS ANJOS, Cleverson Sebastião. *Pensamento Computacional – um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar* *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, maio/ago. 2016.

DORLING, Mark; SELBY, Cynthia; WOOLLARD, John. Evidence of assessing computational thinking. *In: A NEW CULTURE OF LEARNING: COMPUTING AND NEXT GENERATIONS*. 2015. Vilnius, Lituânia. Disponível em: <https://eprints.soton.ac.uk/377856>. Acesso em: 10 mar. 2023.

FERREIRA, Marines Verônica; PANIZ, Catiane Mazocco; MUENCHEN, Cristiane. Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 513-525, jan./abr. 2016.

FRANÇA, Rozelma Soares de; TEDESCO, Patrícia Cabral de Azevedo Restelli. Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 4, 2015, Maceió. *Anais...* Maceió: UFAL, 2015. p. 1464-1473.

FREDRICKS, Jennifer A.; BLUMENFELD, Phyllis C.; PARIS, Alison H. School Engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, v. 74, p. 59-109, 2004.

GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. *Teláris Essencial: Ciências: 9º ano*. São Paulo: Ática, 2022.

GODOY, Leandro Pereira de. *Ciências vida & universo: 9º ano: Ensino Fundamental: anos finais*. São Paulo: FTD, 2018.

GRIFFITHS, Anthony J. F.; DOEBLEY, John; PEICHEL, Catherine; WASSARMAN, David Andrew. *Introdução à Genética*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

LIMA, Tathyane Oliveira; SANTOS, Ariane Nascimento dos; SILVA, Marina Josefa da; GUEDES, Marília Gabriela de Menezes. Uma vivência fundamentada nos três momentos pedagógicos no ensino de funções orgânicas. *Revista Vivências em Ensino de Ciências*, v. 3, n. 1, p. 14-26, 2019.

LINS, Thais Mazotti. *Pensamento computacional no ensino de gramática de língua inglesa: atividade para o ensino fundamental II*. 2021. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2021.

LIUKAS, Linda. *Hello Ruby: adventures in coding*. Feiwel & Friends, 2015.

MARAFIGO, Sheila Sudul. *Os três momentos pedagógicos no estágio de docência da licenciatura em física: apropriação e tangenciamentos com a dinâmica cultural na escola*. 2022. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros; ELOY, Adelmo Antonio da Silva (Org.). *Educação Integral por meio do pensamento computacional: letramento em programação: relatos de experiência e artigos científicos*. Curitiba: Appris, 2019.

MASSA, Nayara Poliana; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Josely Alves dos. O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. *Cadernos da Fucamp*, v. 21, n. 52, p. 110-122, 2022.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986. Disponível em: <http://www.angelfire.com/ak2/jamalves/Abordagem.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.

MORAN, José Manuel. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tadeu; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. rev. e atual. Campinas, SP: Papirus, 2013. p. 11-72.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

OLIVEIRA, Aldeni Melo de; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. *Diário de bordo: uma ferramenta para o registro da alfabetização científica*. 2015. Disponível em: https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/aldeni_melo_de_oliveira.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.

PAIVA, Severino do Ramo de. *Pensamento computacional e o desenvolvimento de competências para a resolução de problemas no ensino básico*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2022.

PWC BRASIL. *O Abismo Digital*. 2015. Disponível em: https://www.pwc.com.br/pt/estudos/preocupacoes-ceos/mais-temas/2022/O_Abismo_Digital.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

REEVE, Johnmarshall. Self-determination Theory Perspective on Student Engagement. In: CHRISTENSON, Sandra L.; RESCHLY, Amy L.; WYLIE, Cathy (Eds.). *Handbook of Research on Student Engagement*. New York: Springer, 2012. p. 149-172.

RIBEIRO, Leila; GRANVILLE, Lisandro Zambenedetti; SEREY, Dalton; CAVALHEIRO, Simone André da Costa. Diretrizes de Ensino de Computação na Educação Básica. In: MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros; ELOY, Adelmo Antonio da Silva (Org.). *Educação Integral por meio do pensamento computacional: letramento em programação: relatos de experiência e artigos científicos*. Curitiba: Appris, 2019. p. 72.

ROMERO, Júlio César; SCHIMIGUEL, Juliano. Conceitos iniciais em pensamento computacional. In: SCHIMIGUEL, Juliano (Org.). *Pensamento Computacional*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2022. Cap. 1.

ROMERO, Margarida; VALLERAND, Viviane; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. *Almanaque para popularização de Ciência da Computação*. Série 12: Guia Pedagógico; v. 1: Atividades Tecnocriativas para crianças do século 21. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em: <http://almanaquesdacomputacao.com.br/>. Acesso em: 10 set. 2023.

SANTOS, Andressa Cristina Santos Chaves Pereira Auad; LIMA, Antonio Alexandre; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto; ROMERO, Margarida. *Guia de atividades para o desenvolvimento do pensamento computacional: módulo Gestão financeira*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023.

SANTOS, Décio Oliveira dos; SOUZA, José Clécio Silva de. Design thinking na Educação. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 21, jun. 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/21/design-thinking-na-educacao>. Acesso em: 2 nov. 2023.

SBC – Sociedade Brasileira de Computação. *Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica*. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/summary/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>. Acesso em 10 set. 2023.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCHIMIGUEL, Juliano (Org.). *Pensamento Computacional*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2022.

SENTANCE, Sue; CSIZMADIA, Andrew. *Teachers' perspectives on successful strategies for teaching Computing in school*. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301525438_Teachers'_perspectives_on_successful_strategies_for_teaching_Computing_in_school/citation/download. Acesso em: 25 out. 2023.

SILVA, Adriano Severino da; OMELTECH, Bruno Alves. *Escape Room: Aprendizagem pela descoberta guiada aplicada em objetos de aprendizagem para cursos corporativos online*. Guarulhos/SP, 2020. p. 1-10.

SILVA, Denilson Rodrigues da. *Desenvolvimento do pensamento computacional como dimensão estruturante da atividade do professor de cursos superiores de computação*. 2020. 181 f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2020.

SILVEIRA, Malu Egídio da; JUSTI, Francis Ricardo dos Reis. Engajamento escolar: adaptação e evidências de validade da escala EAE-E4D. *Psicologia teoria e prática*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 110-125, abr. 2018.

SILVÉRIO, Lúcio Ely Ribeiro. *A Resolução de Problemas em Genética Mendeliana*. 2005. 171 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

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

VIEIRA, Anacilia; PASSOS, Odette; BARRETO, Raimundo. Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. *WEI, SI*, p. 671-680, 2013.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

WING, Jeannette. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WING, Jeannette. Computational Thinking with Jeannette Wing. *Columbia Journalism School*, 2014.

WING, Jeannette M. *Computational Thinking: What and Why?* 2011. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2008.0118>. Acesso em: 10 jun. 2023.

XAVIER, Adilson. *Storytelling: histórias que deixam marcas*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2015.

ANEXO A - Autorização da Escola



PPGECM

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu, **Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta**, solicito autorização da Escola de Ensino Fundamental e Médio Presidente Tancredo Neves, localizado no município de Porto Velho, estado de Rondônia, para a realização de atividades de pesquisa associadas à dissertação **ESTÍMULO AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM COM HEREDOGRAMAS** que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de uma sequência didática junto a estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. O período de aplicação das atividades na escola será no mês de Outubro de 2023.

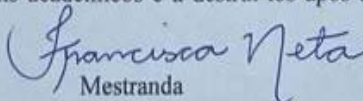
- Autorizo
 Não autorizo



Lidiane Silva Santos Coordenadora
Vice-Diretora Escolar
E.E.E.F.M. Pres. Tancredo Neves
Rua 11200/548 - SETOR BOMFIM, CUIABÁ/MT

Responsável pela Escola
Nome, cargo e carimbo

Eu, **Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta**, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.



Mestranda

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu/sua filho(a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: “**ESTÍMULO AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM COM HEREDOGRAMAS**” de responsabilidade da pesquisadora Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta e orientação da Dra. Aline Locatelli. Esta pesquisa apresenta como objetivo estruturar e implementar uma proposta educativa desenvolvida em Três Momentos Pedagógicos consoante aos autores Delizoicov e Angotti, no que diz respeito ao conteúdo de Heredogramas ou Árvores Genealógicas no nono ano do Ensino Fundamental, avaliando a sua pertinência didática e a aprendizagem mediada. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 horas/aula no componente curricular de Ciências no âmbito da escola e envolverá o uso de materiais produzidos pela professora e alunos.

Esclarecemos que a participação do seu filho(a) não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A participação do (a) seu/sua filho(a) nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora orientadora do trabalho Dra. Aline Locatelli pelo e-mail: alinelocatelli@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail: ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também será assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Porto Velho, de outubro de 2023.

Nome do (a) participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas das pesquisadoras: _____

APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: **“ESTÍMULO AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM COM HEREDOGRAMAS”** de responsabilidade da pesquisadora Francisca das Chagas Pereira Nascimento Neta e orientação da Dra. Aline Locatelli. Esta pesquisa apresenta como objetivo estruturar e implementar uma proposta educativa desenvolvida em Três Momentos Pedagógicos consoante aos autores Delizoicov e Angotti, no que diz respeito ao conteúdo de Heredogramas ou Árvores Genealógicas no nono ano do ensino fundamental, avaliando a sua pertinência didática e a aprendizagem mediada. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 horas/aula no componente curricular de Ciências no âmbito da escola e envolverá o uso de materiais produzidos pela professora e alunos.

Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do seu nome. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso você tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora orientadora do trabalho Dra. Aline Locatelli pelo e-mail: alinelocatelli@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também será assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Porto Velho, de outubro de 2023.

Nome do (a) participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinaturas das pesquisadoras: _____