

**Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGEduc  
Mestrado Profissional em Educação**

**CAREN SIANE BARCELOS DA SILVA**

**TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO:  
APLICABILIDADE DE UMA METODOLOGIA INTERVENCIONISTA NUMA  
ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL DA CIDADE DE ARROIO GRANDE/RS**

**Jaguarão  
2024**

**CAREN SIANE BARCELOS DA SILVA**

**TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO:  
APLICABILIDADE DE UMA METODOLOGIA INTERVENCIONISTA NUMA  
ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL DA CIDADE DE ARROIO GRANDE/RS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Bento Selau da Silva Júnior

**Jaguarão  
2024**

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

S581t Silva, Caren Siane Barcelos da  
Teoria e Prática nas aulas de Genética do Ensino Médio:  
aplicabilidade de uma metodologia intervencionista numa escola  
pública estadual da cidade de Arroio Grande/RS / Caren Siane  
Barcelos da Silva.  
139 p.  
  
Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO, 2024.  
"Orientação: Bento Selau da Silva Júnior".  
  
1. Ensino de Biologia. 2. Genética no Ensino Médio. I.  
Titulo.

**CAREN SIANE BARCELOS DA SILVA**

**TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO:  
APLICABILIDADE DE UMA METODOLOGIA INTERVENCIONISTA NUMA  
ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL DA CIDADE DE ARROIO GRANDE/RS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Educação.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 19 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Bento Selau da Silva Júnior  
Orientador  
UNIPAMPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Moura  
UNIPAMPA

Prof. Dr. Nelson Marques  
IFSUL/ /PPGCITED



Assinado eletronicamente por **Nelson Luiz Reyes Marques, Usuário Externo**, em 26/02/2024, às 18:31, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **PATRICIA DOS SANTOS MOURA, Coordenador(a) de Curso**, em 26/02/2024, às 20:10, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **BENTO SELAU DA SILVA JUNIOR, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/02/2024, às 08:27, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1371474 e o código CRC FF485A02.

Dedico este trabalho ao meu pai, meu grande amigo, que não está mais neste plano, mas sempre foi o meu maior incentivador na busca dos meus sonhos. Sempre foi para mim exemplo de disciplina, perseverança, ética, respeito e amor.

## **AGRADECIMENTO**

Recebi auxílio direto ou indireto de inúmeras pessoas ao longo da realização deste trabalho. A todas elas, expresso meu profundo carinho e sincera gratidão.

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu sabedoria, força e perseverança ao longo desta jornada acadêmica. Sua graça e orientação foram fundamentais para minha capacidade de superar desafios e concluir esta dissertação.

Um agradecimento especial aos meus filhos Lucas e Mateus por entenderem todos os meus momentos de ausência durante o curso e que eu precisava de muito tempo para conseguir escrever minha dissertação. Foram meus maiores estímulos para prosseguir, pois durante o período de mestrado passamos por muitos desafios juntos, mas que nos fortaleceram enquanto família. Demonstrar para meus filhos que para conquistar meus sonhos tive que fazer renúncias e ter muita disciplina e dedicação, é um dos legados mais importantes que posso transmitir a eles.

Agradeço aos meus familiares mais próximos, minha mãe por sempre torcer pelo meu sucesso e admirar minha carreira profissional; ao meu irmão por ser minha fonte de inspiração diária como estudante, profissional e cidadão ético. Sou muito grata a ele por me auxiliar sempre com seus conhecimentos e estar sempre ao meu lado em tantos desafios da vida.

Agradeço também a alguém muito especial que a vida me presenteou que é meu namorado e grande amigo Henry. Com ele tenho aprendido muito valores na vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bento Selau da Silva Júnior. Tenho muito a agradecer por todas as aprendizagens enriquecedoras e oportunidades de crescimento ao longo deste percurso acadêmico. Foi uma honra ter sido sua orientanda. Agradeço também por todos os “intervalos culturais” que foram valiosos e promoviam o entrosamento do grupo.

Aos professores e colegas de curso, por todos os momentos vividos que agregaram muito a minha jornada acadêmica e profissional. Foram inúmeros momentos de troca de conhecimentos, de discussões, de debates e de depoimentos que fortaleceram em

mim a certeza da importância do meio acadêmico enquanto profissional da educação. Um carinho especial as minhas colegas Rafaela e Deise. O tempo que convivemos foi muito importante e alegre.

A minha amiga e colega de escola Elciete por todas nossas conversas noturnas em relação ao curso. Por tantos temas diversos que discutíamos incessantemente e trocávamos inúmeros artigos para tentar esgotar as nossas dúvidas e acabávamos tendo muitas outras. Teu apoio e incentivo dia a dia foi ímpar e nunca vou esquecer.

Um especial agradecimento à equipe diretiva da escola, colegas e funcionários do Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde.

E agradeço imensamente aos alunos participantes da intervenção os quais foram os responsáveis em encarar este projeto comigo e foram muito participativos e engajados nas atividades propostas.

"Na sala de aula  
É que se forma um cidadão  
Na sala de aula  
É que se muda uma nação  
Na sala de aula  
Não há idade, nem cor  
Por isso aceite e respeite  
O meu professor"

Leci Brandão

## RESUMO

Esta pesquisa aborda o ensino de Biologia no Ensino Médio, com o objetivo de planejar e implementar uma proposta interventiva sobre o conteúdo de Genética, baseada na relação entre os conceitos espontâneos e científicos, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos. O trabalho justifica-se pela necessidade de implementação de uma proposta de ensino de Ciências e do baixo rendimento dos alunos nos processos avaliativos entre os anos de 2016 e 2022. Para embasamento teórico da pesquisa, buscou-se análise de documentos legais que regem o Ensino Básico e autores como Lev Semionovitch Vigotski (2009); Costas (2012); Linhares e Gewandsnajder (2007) e Pedrancini *et al.* (2007). A metodologia empregada foi a pesquisa do tipo intervencionista, teorizada por Damiani *et al.* (2013), que busca contribuir na resolução de problemas práticos. Na etapa da intervenção pedagógica desenvolveram-se 20 aulas, teóricas e práticas, sobre o conteúdo Genética, com alunos do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual do município de Arroio Grande, RS. Para a avaliação da intervenção, utilizou-se a análise documental das escritas e avaliações dos alunos e a observação participante natural, que é um instrumento com uma ampla aquisição de dados do grupo, pois consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada. Para o tratamento de dados foram utilizadas as contribuições da análise textual discursiva, proposta por Moraes (2003). O resultado deste trabalho identificou estratégias eficazes, sugerindo ajustes para maximizar a aprendizagem e uma visão do progresso e desempenho dos estudantes no contexto do ensino-aprendizagem. A pesquisa evidenciou que a implementação de aulas diversificadas em um ambiente colaborativo e inclusivo, com o professor atuando como mediador, pode desempenhar um papel fundamental no aprimoramento do ensino e aprendizagem dos conteúdos escolares, além de favorecer a formação de cidadãos para atuarem na sociedade.

Palavras-Chave: Biologia. Genética. Conceitos Espontâneos. Conceitos Científicos. Ensino e Aprendizagem.

## RESUMEN

Esta investigación aborda la enseñanza de la Biología en la escuela secundaria, con el objetivo de planificar e implementar una propuesta de intervención sobre contenidos de Genética, basada en la relación entre conceptos espontáneos y científicos, buscando evaluar los impactos de este proceso en el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo se justifica por la necesidad de implementar una propuesta de enseñanza de las ciencias y el bajo desempeño de los estudiantes en los procesos de evaluación entre los años 2016 y 2022. Para la base teórica de la investigación se buscó analizar los documentos legales que rigen la educación básica y autores como Lev Semionovitch Vigotski (2009); Costas (2012); Linhares y Gewandsnajder (2007) y Pedrancini *et al.* (2007). La metodología utilizada fue la investigación intervencionista, teorizada por Damiani *et al.* (2012), que busca contribuir a la solución de problemas prácticos. En la etapa de intervención pedagógica, se desarrollaron 20 clases teóricas y prácticas sobre el contenido de Genética, con estudiantes del 3º año de secundaria, de una escuela pública de la ciudad de Arroio Grande, RS. Para evaluar la intervención se utilizó el análisis documental de escritos y evaluaciones de los estudiantes y la observación participante natural, que es un instrumento de amplia adquisición de datos del grupo, ya que consiste en la participación real del conocimiento en la vida de la comunidad. el grupo o una situación determinada. Para el procesamiento de los datos se utilizaron aportes del análisis textual discursivo, propuesto por Moraes (2003). El resultado de este trabajo identificó estrategias efectivas, sugiriendo ajustes para maximizar el aprendizaje y una visión del progreso y desempeño de los estudiantes en el contexto de enseñanza-aprendizaje. La investigación demostró que la implementación de clases diversas en un ambiente colaborativo e inclusivo, con el docente actuando como mediador, puede jugar un papel fundamental en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos escolares, además de favorecer la formación de la ciudadanía para actuar en sociedad. .

Palabras clave: Biología. Genética. Conceptos Espontáneos; Conceptos científicos. Enseñanza y Aprendizaje.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparativo de respostas da questão 1. ....	106
Figura 2 - Comparativo de respostas da questão 2. ....	107
Figura 3 - Comparativo de respostas da questão 3. ....	108
Figura 4 - Comparativo de respostas da questão 4. ....	108
Figura 5 - Comparativo de respostas da questão 5. ....	109
Figura 6 - Comparativo de respostas da questão 6. ....	109
Figura 7 - Comparativo de respostas da questão 7. ....	110
Figura 8 - Comparativo de respostas da questão 8. ....	111
Figura 9 - Comparativo de respostas da questão 9. ....	112
Figura 10 - Comparativo de respostas da questão 10. ....	112
Figura 11 - Gráfico pré-teste .....	113
Figura 12 - Comparativo de repostas para do pós-teste.....	113
Figura 13 - Comparativo de acertos, erros e respostas em branco das questões do Enem. .....	114

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de aproveitamento dos alunos no Terceiro Ensino Médio no componente curricular de Biologia.....	18
Tabela 2 - Demonstrativo do cronograma de execução do processo investigatório.....	46
Tabela 3 - Descrição das atividades interventivas .	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - demonstrativo dos pontos observados durante as atividades interventivas . . . . .	63
Quadro 2 - Características coletadas na Observação 1.....	70

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

DCNs - Diretrizes Curriculares Nacionais

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

EMBRAPA – Empresa Nacional de Pesquisa Agropecuária

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

FURG - Fundação Universidade do Rio Grande

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC - Ministério da Educação

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PPGEdu - Programa de Pós-Graduação em Educação

RS – Rio Grande do Sul

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ENSINO MÉDIO</b>	<b>21</b>
2.1	Biologia	26
2.2	Genética	27
<b>3</b>	<b>VIGOTSKI: CONCEITOS ESPONTÂNEOS E CIENTÍFICOS</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>45</b>
4.1	Método da intervenção	46
4.1.1	Uso de imagens para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem	49
4.1.2	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de Genética	51
4.1.3	Mapa mental com conceitos gerais	51
4.1.4	Modelos didáticos manipuláveis	53
4.1.5	Jogo: show de genética	54
4.1.6	Leis de Mendel (aula expositiva)	55
4.1.7	Leis de Mendel /Exercícios de fixação	55
4.1.8	A genética no dia a dia (projeção de slides)	56
4.1.9	Assuntos diversos relacionados a genética (vídeo) / Leis de Mendel	56
4.1.10	Leis de Mendel (aula expositiva e dialogada) / Assuntos diversos relacionados à genética (vídeo)	57
4.1.11	Aula prática de Sistema Sanguíneo	59
4.1.12	Aplicação do pós-teste	60
4.1.13	Prova com questões do ENEM	60
4.2	Método da Avaliação da Intervenção	62
4.2.1	Observação participante	62
4.2.2	Análise documental	65
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE INTERPRETATIVA E DISCUSSÃO DE DADOS</b>	<b>66</b>
5.1	Avaliando os procedimentos de ensino	66
5.1.1	O impacto do uso de celulares em sala de aula e a importância de estratégias educacionais que possibilitem o uso produtivo dessa tecnologia	67
5.1.2	Características genéticas: pontos de partida para entender conceitos espontâneos e científicos	68
5.1.3	As imagens como ferramentas-chave no estudo de genética	71
5.1.4	A relevância dos conteúdos pré-requisitos na construção da base para o estudo de genética	73

5.1.5 DNA, cromossomos e genes: pré-requisitos essenciais para o conteúdo de genética	76
5.1.6 A genética e seu papel fundamental: conceitos, características e leis de Mendel	80
5.1.7 Genética no Cotidiano: a influência dos genes na vida diária	84
5.1.8 Curiosidades dos alunos como processo de aprendizagem	90
5.1.9 Construindo o conhecimento genético: ferramentas pedagógicas que permearam as relações entre os conhecimentos espontâneos e científicos	90
5.1.10 Aulas práticas como ferramentas pedagógicas de ensino	97
5.1.11 Reações dos alunos durante as avaliações	99
5.1.12 “Espírito investigativo”	100
5.1.13 Intercorrências no dia a dia escolar	101
5.2 Avaliando as aprendizagens dos alunos	104
5.2.1 Diagnóstico do conhecimento dos alunos	104
5.2.2 Importância de trabalhar questões do ENEM	113
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>130</b>
APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE INSTITUIÇÃO CO-PARTICIPANTE	130
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	132
APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO	134
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO	136

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Início<sup>1</sup> este capítulo relatando brevemente minha caminhada acadêmica e profissional. Fui me constituindo professora ao longo de uma trajetória de estudos e práticas pedagógicas que proporcionaram, além de conhecimento e saberes próprios da área da Educação, um contínuo processo de apreender, bem como diferentes formas de ensino e sua relevância para a aprendizagem. Esses estudos e práticas estão relacionados à realização dos cursos de magistério e de graduação, bem como à docência em Biologia, mais bem explicados a seguir.

Cursei Magistério entre os anos de 1992 e 1995. No ano de 1995, meu estágio foi em uma 3ª série<sup>2</sup> do Ensino Fundamental. Considero esse período muito importante para minha experiência profissional, pois frequentemente recebia visitas da comissão de estágio (professoras que avaliavam), que ao final das aulas teciam várias considerações a respeito da minha prática pedagógica. No ano de 1997 ingressei no curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pelotas. Ao longo da graduação, meu interesse maior sempre foi pela licenciatura. Após a conclusão da graduação, resolvi cursar Especialização em Ecologia Aquática Costeira na Fundação Universidade do Rio Grande -FURG.

Iniciei minha docência há 23 anos, na Educação Básica, lecionando as disciplinas de Ciências e Biologia, pelo período de 40 horas semanais, atividade que exerço até hoje. Em minha trajetória profissional, em vários aspectos me senti insatisfeita com o trabalho realizado, o que me motivou a continuar a estudar.

Cursar um Mestrado há muito tempo fazia parte de meus objetivos profissionais e pessoais. No ano de 2021 fui selecionada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGEdu para cursar o Mestrado em Educação. No decorrer de minha docência, percebi que no ensino de Ciências, muitas vezes não é fornecido ao aluno à possibilidade de vincular teoria e prática. Assim, propus esta pesquisa com base em observações de minhas práticas pedagógicas.

---

<sup>1</sup> Ao referir-se à história pessoal, será utilizada a primeira pessoa do singular.

<sup>2</sup> No ano de 1995, por ocasião de meu estágio no Curso Normal, ainda era utilizado o termo “série”, ao invés de “ano” como está estabelecido atualmente no Art. 21 da Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010 (Brasil, 2010).

Esta investigação teve como objetivo planejar e implementar uma proposta interventiva sobre o conteúdo de Genética, baseada na relação entre os conceitos espontâneos e científicos, com alunos de 3º ano do Ensino Médio, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos.

Essa intervenção se justifica, primeiramente, pela necessidade de implementação (e consequente avaliação) de uma proposta de ensino de Ciências com práticas “inovadoras”. Essa justificativa encontra apoio nas noções de Manzke (1999), autor que compreende que o ensino de Genética apresenta inúmeras dificuldades, principalmente devido às práticas pedagógicas dominadas por aulas expositivas e atividades focadas na memorização e repetição de conceitos. Ainda, segundo este autor,

[...] hoje em dia expressões como transgênicos, molécula de DNA e engenharia genética, fazem parte de nosso cotidiano. A todo o momento esses termos são lançados na mídia e pessoas de todos os níveis intelectuais interpretam, segundo suas possibilidades aquilo que está sendo produzido nos laboratórios, no nível mundial. A velocidade com que essas informações são produzidas, ultrapassa em muito a capacidade de sua transferência para uma linguagem acessível em sala de aula. (Manzke, 1999, p. 47).

A questão do cotidiano vivenciado pelo aluno fica distante das informações apresentadas pelo livro. Os pré-conceitos do aluno tornam-se elementos secundários frente a temas como a biotecnologia e a engenharia genética, que estão longe do entendimento por parte dos alunos pelo fato de eles não apresentarem os pré-requisitos necessários para essa compreensão (Manzke, 1999).

A segunda justificativa se dá pelo fato de os alunos do componente curricular de Biologia, cujas aulas são por mim ministradas, apresentarem rendimento abaixo do esperado nos processos avaliativos. Essa percepção tem por base o histórico de 23 anos como docência da disciplina e puderam ser constatados de acordo com os dados fornecidos pelo Serviço de Supervisão Escolar da escola, entre os anos 2016 e 2022.

Tabela 1 - Comparativo de aproveitamento dos alunos no Terceiro Ensino Médio no componente curricular de Biologia (continua).

Ano	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Turma 4	Turma 5	Turma 1
-----	---------	---------	---------	---------	---------	---------

	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno	Diurno
<b>2016</b>	100%	100%	100%	95%	90%	90%

Tabela 1 - Comparativo de aproveitamento dos alunos no Terceiro Ensino Médio no componente curricular de Biologia (conclusão).

Ano	Turma 1 Diurno	Turma 2 Diurno	Turma 3 Diurno	Turma 4 Diurno	Turma 5 Diurno	Turma 1 Diurno
<b>2017</b>	100%	90%	95%	90%	95%	90%
<b>2018</b>	95%	100%	90%	90%	95%	85%
<b>2019</b>	100%	100%	80%	80%	85%	85%
<b>2020</b>	80%	80%	70%	85%	70%	65%
<b>2021</b>	90%	85%	75%	80%	75%	70%
<b>2022</b>	80%	90%	70%	75%	60%	75%

Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

Em função dos resultados evidenciados na tabela acima, principalmente entre os anos de 2020 e 2021, tornou-se necessário que a professora repensasse sua prática docente. Uma das explicações para estes resultados apresentados pelos estudantes está relacionada ao modelo tradicional de ensino que a professora vinha conduzindo, tendo como base a transmissão de conhecimentos científicos, o que acaba tornando o ensino repetitivo e memorístico.

O baixo rendimento pode indicar que os métodos de ensino que a professora estava adotando não estavam sendo eficazes para todos os alunos. Repensar a abordagem pode ajudar a identificar e preencher essas lacunas, pois a prática docente deve incluir uma variedade de métodos de ensino que atendam às necessidades de aprendizagem diversificadas dos alunos. Repensar as estratégias pedagógicas pode resultar em maior engajamento e interesse dos alunos pelo conteúdo.

A partir das justificativas citadas, a professora traçou um panorama da pesquisa desenvolvida que está organizada em cinco capítulos.

No Capítulo 1 estão apresentados os argumentos iniciais, que descrevem o objetivo do trabalho e justificam a sua implementação. O Capítulo 2 apresenta uma descrição do ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, sobretudo em relação à Biologia e à Genética, além de tratar da abordagem desses assuntos em documentos norteadores do currículo escolar brasileiro como a Base Nacional Comum Curricular - BNCC.

Em seguida, no Capítulo 3, foi discutido o capítulo 6 do livro intitulado "A construção do pensamento e da linguagem" de autoria de Lev Semionovitch Vigotski

(2009), relacionando-o com pensamentos de outros autores que tratam do mesmo tema.

No Capítulo 4, constam os procedimentos metodológicos. Neste capítulo, explico cada etapa da intervenção. Ele está dividido em duas subseções. A primeira, intitulada Método da Intervenção, conta com treze seções terciárias. São elas: uso de imagens para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem; verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de Genética; mapa mental com conceitos gerais; modelos didáticos manipuláveis; Jogo “O show de genética”; Leis de Mendel - aula expositiva; Leis de Mendel - exercícios de fixação; A genética no dia a dia - projeção de slides; Assuntos diversos relacionados à genética - vídeo Leis de Mendel; Leis de Mendel - assuntos diversos relacionados à genética, aula expositiva e dialogada (vídeo); Aula prática de Sistema Sanguíneo; Aplicação do pós-teste e Prova com questões do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM.

A segunda etapa da intervenção, intitulada Método da Avaliação da Intervenção, apresenta os instrumentos para a coleta de dados, que estarão organizados em duas seções terciárias: Observação Participante e Análise Documental.

Por fim, no capítulo 5, finalizo a dissertação apresentando as informações coletadas nesta pesquisa, realizando um exame dos resultados obtidos nesta pesquisa. A apresentação da análise foi organizada em duas subcategorias, intituladas: Avaliando os procedimentos de ensino e Avaliando as aprendizagens dos alunos.

## 2 ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ENSINO MÉDIO

Desde a Constituição Federal de 1988 que estabeleceu que a educação fosse “direito de todos e dever do Estado e da família” (Brasil, 1988, artigo 205) e, da publicação da Lei nº 9.394/96, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB, a política educacional brasileira passa por constantes mudanças. Dentre os vários objetos legais relacionados à educação promulgados desde a LDB, destacamos as Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Vieira; Nicoldi; Darroz, 2021), em consonância com a Reforma do Ensino Médio, legalmente estabelecido pela Lei nº 13.415/2017 (Branco; Zanatta, 2021).

Teoricamente, na tentativa de mudar a realidade brasileira e as diferenças escolares regionais, foi aprovada a Lei nº 13.415/2017, que propõe uma reformulação do Ensino Médio brasileiro, alterando substancialmente o currículo através da BNCC, organizando-o por áreas de conhecimento (linguagens, matemática, ciências da natureza e ciências humanas), dando prioridade para a interdisciplinaridade e transversalidade e promovendo maior interação entre os diferentes conteúdos.

A Lei 13.415/17 estabelece que “o currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos” (determinação que passa a compor o Art. 36 da LDB) e ainda:

Art. 35A.

A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do Ensino Médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: (Incluído pela Lei nº 13.415, de 2017).

I linguagens e suas tecnologias; (Incluído pela Lei nº 13.415, de 2017)

II matemática e suas tecnologias; (Incluído pela Lei nº 13.415, de 2017)

III ciências da natureza e suas tecnologias; (Incluído pela Lei nº 13.415, de 2017).

IV ciências humanas e sociais aplicadas (Lei 13.415/17) (Brasil, 2017, p. 467).

O aluno que ingressa no Ensino Médio deve optar entre o currículo enfatizando uma dessas quatro áreas do conhecimento e a formação profissional e, assim, o término da formação básica poderá atender seu objetivo, seja ele ingressar no Ensino Superior ou no mercado de trabalho (Pereira; Cunha; Lima, 2020). Porém, os itinerários formativos serão ofertados em conformidade com as “possibilidades dos sistemas de ensino” sem assegurar, portanto, a tão proclamada escolha e

protagonismo dos estudantes; que, também em conformidade com as possibilidades, as redes de ensino poderão compor “itinerários formativos integrados”.

A primeira versão da BNCC foi disponibilizada para consulta em 2015, a segunda versão em 2016 e a terceira e última versão para o Ensino Médio foi disponibilizada em 2018 com a seguinte apresentação:

Um documento plural e contemporâneo, resultado de um trabalho coletivo inspirado nas mais avançadas experiências do mundo. A partir dela, as redes de ensino e instituições escolares públicas e particulares passarão a ter uma referência nacional comum e obrigatória para a elaboração dos seus currículos e propostas pedagógicas, promovendo a elevação da qualidade do ensino com equidade e preservando a autonomia dos entes federados e as particularidades regionais e locais (Brasil, 2018, p. 5).

Entretanto, Macedo (2016) considera que apesar de a BNCC propor a organização curricular em nível nacional com o discurso de promover a equidade e igualdade de oportunidades, não há garantia de que ela alcance os objetivos delineados. Isso se deve principalmente à dificuldade em alcançar uma real equidade apenas através da reorganização curricular das escolas. A implantação da BNCC e a reforma do Ensino Médio foram propostas a partir de interesses de grupos dominantes (Gonçalves, 2017). Com a intenção

[...] de promover mais qualidade e equidade da educação, a BNCC foi discutida e elaborada, constituindo-se um documento normativo e de caráter obrigatório para toda a Educação Básica. Entretanto, apesar do forte apelo midiático promovido pelo Ministério da Educação (MEC), sob a narrativa de que o processo de elaboração é democrático, de forma a contemplar a participação de educandos e educadores, na prática não é esse o sentimento que permeia as instituições escolares (Branco; Zanatta, 2021, p.63).

A BNCC menciona o fato de que a sociedade atual é estruturada com base no avanço científico e tecnológico, ressaltando que esses avanços estão intrinsecamente ligados aos hábitos e costumes das pessoas ao longo do tempo. No entanto, ela também reconhece que esse desenvolvimento, apesar de sua importância para a humanidade, pode gerar desequilíbrios tanto na natureza quanto na sociedade (Brasil, 2017).

Nesse contexto, é relevante destacar a importância do ensino de Ciências na formação de indivíduos mais conscientes, críticos e engajados nas questões socioambientais, na preservação da vida e do meio ambiente. A BNCC para a Educação Básica, com sua natureza normativa e estrutura organizacional, reforça que

o Ensino de Ciências é um componente essencial da "Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias". Ao abordar esse assunto, a Base Curricular Nacional explicita que:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (Brasil, 2018, p. 537).

No entanto, de acordo com Branco e Zanatta (2021) apesar de a BNCC enfatizar a importância de uma educação contextualizada que capacite os alunos para os desafios contemporâneos da vida em sociedade, incluindo uma melhor utilização e aproveitamento das tecnologias, o documento tem sido objeto de numerosas críticas por parte de educadores e instituições de ensino.

Ribeiro e Ramos (2017, apud Branco e Zanatta, 2021) consideram que a BNCC, especialmente no que diz respeito ao ensino de Ciências, se resume a uma lista de conteúdos a serem transmitidos pelos professores e, além disso, não oferece alternativas pedagógicas que ultrapassem as abordagens atuais, estabelecidas há muitos anos no sistema educacional. Em outro aspecto, enfatiza a importância das competências e habilidades na construção do currículo como preparação para a inserção no mercado de trabalho, o que reafirma Silva (2018):

O currículo organizado com base em disciplinas isoladas, ordenadas em razão de uma complexidade linear dos saberes, muitas vezes sem significado para os alunos, de fato precisa ser superado. Mas essa superação certamente não há de ocorrer à revelia das escolas. A reforma, sem a participação dos professores, é limitada desde o seu início. O currículo deve ser pensado e proposto tomando-se sempre como referência a escola em suas práticas reais, considerando-se os saberes produzidos pelos professores, as intenções da formação e as condições em que ela se processa. O caráter prescritivo do currículo, pensado e proposto do lado de fora da escola, afirma a dimensão autoritária dos enunciadores do discurso oficial e reitera uma perspectiva tradicional de proposição curricular: encontrar-se-ia na teoria, na intenção, no currículo prescrito, as saídas para os problemas da escola (Silva, 2018)

De acordo com Branco e Zanatta (2021) o que se espera ensino de Ciências, assim como a educação de maneira geral, tenha o poder de melhorar a vida dos estudantes, capacitando-os para enfrentar as inovações científicas e tecnológicas,

combater as injustiças e desigualdades sociais, e tornarem-se cidadãos críticos, engajados, politicamente conscientes e autônomos. Para alcançar esses objetivos, é fundamental que o ensino de Ciências e a formação inicial e contínua dos professores valorizem tanto os conteúdos tradicionalmente estabelecidos quanto as questões sociais e culturais, e que recebam os investimentos de recursos humanos e financeiros necessários. No entanto, tais premissas não estão presentes nas propostas da BNCC e da Reforma do Ensino Médio, as quais parecem estar mais alinhadas aos interesses mercadológicos. Aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de conteúdos conceituais. Segundo a BNCC:

Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (Brasil, 2017, p. 547).

A BNCC norteia a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares de todo o Brasil, indicando as competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade. E na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias estabelece que:

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. (Brasil, 2017, p. 548).

É importante mencionar que a BNCC enfatiza que nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias o currículo deve ir além de memorização de conteúdos e repetição de livros didáticos, o que se identifica a seguir:

Para que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, as competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio exploram situações-problema envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras. Espera-se, também, que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais. Dessa maneira, as Ciências da Natureza constituem-se referencial importante para a interpretação de fenômenos e problemas sociais. (Brasil, 2017, p. 550).

Nessa nova configuração, ao examinar a disposição dos conteúdos no currículo, que segue uma abordagem em espiral, percebemos que tal estruturação é uma associação à teoria da aprendizagem de Bruner (Bruner, 1978; 1969 apud Lins; Miranda, 2020, p. 28). Este autor destaca que o processo da descoberta pela exploração de alternativas é como se deve ensinar qualquer assunto, em qualquer estágio de desenvolvimento, considerando as etapas de desenvolvimento intelectual (Brum; Silva, 2023). A respeito da estruturação, Moreira (2022, p. 64) considera que o “currículo em espiral, por sua vez significa que o aprendiz deve ter oportunidade de ver o mesmo tópico mais de uma vez em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação” Diante do exposto, consideramos a organização do currículo o ponto mais positivo de toda esta reforma, pois o aluno pode ver o conteúdo e desenvolvê-lo em várias etapas da sua trajetória escolar (Brum; Silva, 2023).

A educação sempre passou e passará por diversas mudanças que são explícitas em textos e documentos publicados. Esses instrumentos legais, como a Lei de Diretrizes e Bases - LDB, a Diretriz Curricular Nacional - DCNs e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, orientam os currículos escolares garantindo uma base comum de conhecimentos e competências essenciais a todos os estudantes. Além disso, alteram as práticas pedagógicas das escolas na busca de um ensino de qualidade que esteja ao encontro das exigências do mundo contemporâneo e às transformações do mundo do trabalho e da tecnologia. Sendo assim, a área das Ciências da Natureza é de fundamental importância no Ensino Médio, pois torna-se significativa à medida que os alunos vão adquirindo novos conceitos e atuando frente a decisões sociais.

## 2.1 Biologia

A palavra Biologia deriva de duas outras: *bio*, que significa vida, e *logos*, que significa estudo (Lopes, 2008). Assim, Biologia significa “estudo da vida” e essa tradução literal foi utilizada por muito tempo, até que os cientistas aprofundaram para a ciência que estuda as características dos seres vivos (LINHARES e GEWANDSNAJDER, 2007)).

Por essa razão, de acordo com o Parecer nº 1.301/2001, do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior, que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, atualmente entende-se que “a Biologia é a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, além dos processos e mecanismos que regulam a vida” (Brasil, 2001, p. 1).

O aprendizado disciplinar em Biologia, onde a biosfera é um cenário todo articulado, é inseparável das demais ciências. A percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência e demanda uma compreensão dos mecanismos de codificação genética, que são a um só tempo uma estereoquímica e uma física da organização molecular da vida. Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da Biologia não é um luxo acadêmico, mas sim um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do Ácido Desoxirribonucleico - DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências (Brasil, 2000).

De acordo com a BNCC, a Biologia faz parte da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e fica estruturada em três competências específicas e diversas habilidades:

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

No desenvolvimento dessa competência específica podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados ao ciclo da água, efeitos biológicos das radiações ionizantes, mutação, poluição, ciclos biogeoquímicos, desmatamento, camada de ozônio e efeito estufa, entre outros.

2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Nessa segunda competência podem ser mobilizados conhecimentos conceituais de Biologia relacionados a origem da vida, evolução biológica, registro fóssil, biodiversidade, origem e extinção das espécies, organização celular, organismos, populações, ecossistemas, reprodução e hereditariedade, genética mendeliana, neurociência, entre outros.

3 - Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes Mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação -TDIC.

No desenvolvimento dessa competência específica podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados à aplicação da tecnologia do DNA recombinante, identificação por DNA, emprego de células-tronco, neurotecnologia, produção de tecnologias de defesa, agroquímicos, controle biológico de pragas, herança biológica, desenvolvimento sustentável, vacinação, darwinismo social, eugenia e racismo, entre outros.

## **2.2 Genética**

A genética é uma área da Biologia que estuda os mecanismos da hereditariedade ou herança biológica (Santos *et al.*, 2020). Para estudar as formas de transmissão das informações genéticas nos indivíduos e populações, existem várias áreas de conhecimento que se relacionam com a genética clássica, como a biologia molecular, a ecologia, a evolução e mais recentemente, destaca-se a genômica, em que se utiliza a bioinformática para o tratamento de dados.

Na BNCC, os conteúdos de Genética abordados são: evolução biológica, ecologia, reprodução, mutação, tecnologia do DNA recombinante, identificação por DNA, emprego de células-tronco, hereditariedade e genética mendeliana. O desenvolvimento da genética e da biologia molecular, das tecnologias de manipulação

do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando a reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies, diversificação intraespecífica e a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Os alunos sentem dificuldade no processo de alfabetização científica<sup>3</sup> na área de genética em função dos termos técnico-científicos que se distanciam das experiências cotidianas. Logo, torna-se necessário que os conteúdos sejam ministrados através de estratégias pedagógicas que facilitem a aprendizagem.

Desse modo, Pedrancini *et al.* (2007) discutem a ideia de que o modo de ministrar os conteúdos de Genética nem sempre permite que os alunos compreendam os conteúdos devido a serem abordados de forma abstrata, tornando-os de difícil assimilação e, conseqüentemente, aplicação no dia a dia. Talvez os dois grandes desafios para os professores, sobretudo de genética, seja ensinar os conceitos básicos complexos e ainda associá-los aos temas atuais. Diante dessa realidade, parece evidente que o modo como o ensino é organizado e conduzido está sendo pouco eficaz para promover o desenvolvimento conceitual. Sobre essa questão, os autores salientam que:

Nesse contexto, cabe, principalmente, à escola abordar a Ciência de forma sistêmica, transdisciplinar e contextualizada, promovendo, conseqüentemente, uma educação que possibilite aos cidadãos a apropriação dos conhecimentos com base nos quais possam tomar decisões conscientes e esclarecidas (Pedrancini *et al.*, 2007, p. 301).

A aprendizagem da Genética é complexa porque envolve uma rede de conceitos que o estudante precisa consolidar para construir significativamente seus conhecimentos. Um conceito mal concebido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aprendiz na tarefa de resolver um problema. É necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de

---

<sup>3</sup> Refere-se ao conceito de alfabetização científica que segundo Carvalho (2011) é as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

genética, partindo das suas ideias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico (Silveira, 2008).

Além dessas questões propriamente relacionadas ao ensino formal, no contexto do ensino de Biologia é fundamental chamar atenção para a importância que a temática assume na sociedade baseada na tecnociência que vivemos. Entende-se que é fundamental o acesso à ciência pela população, tanto na perspectiva cultural quanto social (Lopes, 2008).

A descrição do material genético em sua estrutura e composição, a explicação do processo da síntese proteica, a relação entre o conjunto proteico sintetizado e as características do ser vivo e a identificação e descrição dos processos de reprodução celular são conceitos e habilidades fundamentais à compreensão do modo como a hereditariedade acontece.

Cabe, também, nesse contexto, trabalhar com o aluno no sentido de ele perceber que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição. É preciso que o aluno relacione os conceitos e processos nos estudos sobre as leis da herança mendeliana e algumas de suas derivações, como alelos múltiplos, herança quantitativa e herança ligada ao sexo, recombinação gênica e ligação fatorial. São necessárias noções de probabilidade, análise combinatória e bioquímica para dar significado às leis da hereditariedade, o que demanda o estabelecimento de relações de conceitos aprendidos em outras disciplinas.

De posse desses conhecimentos, é possível ao aluno relacioná-los às tecnologias de clonagem, engenharia genética e outras ligadas à manipulação do DNA, proceder à análise desses fazerem humanos identificando aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica, bem como na sua utilização. O aluno se transporta de um cenário meramente científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana. É um momento bastante propício ao trabalho com a superação de posturas que, por omitir a real complexidade das questões, induz a julgamentos simplistas e, não raro, preconceituosos.

Não é possível tratar, no Ensino Médio, todo o conhecimento biológico ou de todo o conhecimento tecnológico a ele associado. Mais importante é tratar esses conhecimentos de forma contextualizada, revelando como e por que foram

produzidos, em que época, apresentando a história da Biologia como um movimento não linear e frequentemente contraditório.

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las e refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia.

### 3 VIGOTSKI: CONCEITOS ESPONTÂNEOS E CIENTÍFICOS

Neste capítulo, apresenta-se a síntese do capítulo seis da obra intitulada “A construção do pensamento e da linguagem” de Lev Semionovitch Vigotski (2009), bem como a elaboração de uma discussão associada a pensamentos de outros autores que trazem as mesmas concepções defendidas por ele, numa mescla ratificadora de sua importância.

Vigotski (1997, apud Costas, 2012, p. 12) já antevia o papel importante da coletividade como potencializadora da evolução das funções superiores em espaços educativos. O autor defende a ideia da escola como mediadora e, simultaneamente, como propulsora na aquisição de instrumentos semióticos culturais. É no início do ensino formal da escolarização que começa a sistematização dos chamados conceitos científicos, que se diferenciam dos cotidianos próprios do pensamento da criança na idade pré-escolar.

Essas contribuições de Vigotski traduzem uma nova perspectiva para explicar o desenvolvimento das funções psicológicas superiores no indivíduo, a relação aprendizagem/desenvolvimento, o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal, conceito que inova em termos educacionais. O indivíduo deixa de ser aquele que irá demonstrar esquemas cognitivos já estruturados, para se apresentar como um ser em construção, que está se apropriando de signos e de ferramentas culturais na sua relação mediada com os demais (Costas, 2012).

Para Vigotski (1986, apud Costas, 2012, p.20), as relações, transformações e apropriações, relativas ao desenvolvimento/aprendizagem e as funções psicológicas superiores, dar-se-ão de modo dialético e qualitativo. Conforme o autor, o desenvolvimento da criança é um processo dialético intrincado, marcado pela periodicidade, por diferentes momentos no desenvolvimento das distintas funções, pela transformação qualitativa, pela intercomunicação entre os aspectos exógenos e endógenos e pelos processos adaptativos que sobrepujam e ultrapassam os entraves que entrecruzam o caminho da criança.

Os conceitos espontâneos são aqueles que se originam a partir de vivências e da observação do mundo, enquanto os conceitos científicos são aqueles conhecimentos que podem ser adquiridos na escola. Estes conceitos se verificam fora do sistema, ascendendo para generalizações ao passo que os conceitos científicos

começam pela definição verbal primária, que nas condições de um sistema organizado, descende ao concreto.

Nos conceitos científicos, ocorre o amadurecimento das funções psicológicas superiores das crianças com o auxílio e participação de um adulto. Isso se manifesta na crescente relatividade do pensamento causal e no amadurecimento de um determinado nível de arbitrariedade do pensamento científico, nível esse criado pelas condições de ensino. A fraqueza dos conceitos espontâneos se encontra na incapacidade de abstração.

A essa colaboração original entre a criança e o adulto – momento central do processo educativo paralelamente ao fato de que os conhecimentos são transmitidos à criança em um sistema – deve-se o amadurecimento precoce dos conceitos científicos e o fato de que o nível de desenvolvimento desses conceitos entra na zona das possibilidades imediatas em relação aos conceitos espontâneos, abrindo-lhes caminho e sendo uma espécie de propedêutica do seu desenvolvimento (Vigotski, 2009, p. 244).

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. Dessa forma, segundo Vigotski (2009, p. 261):

(...) o desenvolvimento dos conceitos científicos deve apoiar-se forçosamente em um determinado nível de maturação dos conceitos espontâneos, que não podem ser indiferentes à formação de conceitos científicos simplesmente porque a experiência imediata nos ensina que o desenvolvimento dos conceitos científicos só se torna possível depois que os conceitos espontâneos da criança atingiram um nível próprio do início da idade escolar.

Os conceitos científicos surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via diferente do processo de experiência pessoal, como acontece nos conceitos espontâneos. As motivações internas, que levam a formação dos conceitos científicos também são distintas daquelas que levam o pensamento à formação dos conceitos espontâneos. Porém, são processos interligados, pois a assimilação dos conceitos científicos não é possível senão através de conceitos espontâneos anteriormente elaborados.

Vigotski (2009) afirma que a assimilação do sistema de conhecimentos científicos também não é possível senão através dessa relação mediada com o mundo dos objetos e de outros conceitos anteriormente elaborados. Para o autor o

desenvolvimento dos conceitos científicos é necessário, do ponto de vista das tarefas escolares, porque inicia a criança no universo da conceituação formal.

O caminho do desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos da criança sob a forma de duas linhas de sentidos opostos, uma das quais se projetando de cima para baixo, atingindo um determinado nível no ponto em que a outra se aproxima ao fazer o movimento de baixo para cima. [...] o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas para as mais elementares e inferiores (Vigotski, 2009, p. 347-348).

O conceito espontâneo surge, de acordo com Vigotski, a partir das generalizações das experiências de vida e das relações sociais. Enquanto o processo de formação de conceitos científicos supõe a aquisição e desenvolvimento de uma linguagem científica. É um novo modo de pensar e de ver a realidade dos objetos do conhecimento ausentes nas experiências do cotidiano.

Nos conceitos espontâneos a criança ainda não tem consciência do objeto. De acordo com Vigotski (2009, p. 274):

A criança compreende as causas e as relações mais simples, porém não tem consciência dessa compreensão. (...) Desse modo, por via puramente empírica se estabelece a dependência interna ou o vínculo entre esses dois fenômenos do pensamento infantil, a não-consciência de tal vínculo e a não-arbitrariedade, a compreensão inconsciente e a aplicação espontânea.

Segundo Vigotski (2009), para o desenvolvimento dos conceitos ou significados das palavras são necessárias várias funções como atenção arbitrária, a memória lógica, a abstração, a comparação e a discriminação e esses processos não podem ser memorizados. A experiência pedagógica mostra que o ensino direto de conceitos se mostra pedagogicamente estéril. No momento em que a criança toma conhecimento pela primeira vez do significado de uma nova palavra, o processo de desenvolvimento dos conceitos não termina, mas está apenas começando.

O conceito é um ato de generalização e em termos científicos, só quando é capaz de generalizar a criança toma consciência do conceito, e pode generalizar o “antes e o agora”. A generalização é um dos mais importantes meios de conhecimento científico, um procedimento de transição a um nível mais elevado de abstração, que revela os atributos comuns aos fenômenos. Logo, o desenvolvimento do conceito

espontâneo da criança deve atingir um determinado nível para que a criança possa aprender o conceito científico e tomar consciência dele.

Os conceitos psicologicamente concebidos evoluem como significados das palavras (Silva Júnior, 2013). A essência do seu desenvolvimento é uma estrutura de generalização à outra. Um conceito expresso por uma palavra é uma generalização, mas os significados das palavras evoluem. No início a palavra é uma generalização do tipo mais elementar, mas à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos.

Os conceitos do escolar não conscientizado surgem na idade escolar e amadurecem ao longo dessa idade, antes disso a criança pensa por noções gerais ou por complexos, o que chamamos de generalizações da idade pré-escolar. É na idade escolar que a criança chega à tomada de consciência dos conceitos e ao seu emprego intencional e voluntário, formando seus conhecimentos científicos.

Observa-se, pois, que no campo da atenção e da memória o aluno escolar não só descobre a capacidade para a tomada de consciência e a arbitrariedade, mas também que o desenvolvimento dessa capacidade é o que constitui o conteúdo principal de toda idade escolar (Vigotski, 2009, p. 283).

Vigotski (2009) destaca que os conceitos científicos não se desenvolvem exatamente como os espontâneos. O processo de desenvolvimento destes, não repete as mesmas vias dos conhecimentos espontâneos e a investigação experimental tem o propósito de confirmar e explicar as diferenças que existem entre os dois processos. O que é ratificado abaixo:

A relação dos conceitos científicos com a experiência pessoal da criança é diferente da relação com os conceitos espontâneos. Eles surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança. As motivações internas, que levam a criança a formar conceitos científicos, também são inteiramente distintas daquelas que levam o pensamento infantil à formação de conceitos espontâneos (Vigotski, 2009, p. 263).

Nos conceitos científicos e espontâneos existe outra relação com o objeto e outro ato de sua apreensão pelo pensamento. Logo, o desenvolvimento de ambos pressupõe a discriminação dos próprios processos intelectuais que lhe servem de base. No campo da atenção e da memória o aluno escolar não só descobre a

capacidade para a tomada de consciência e a voluntariedade, mas também que o desenvolvimento dessa capacidade é o que constitui o conteúdo principal de toda a idade escolar.

O desenvolvimento psicológico da criança não consiste apenas no desenvolvimento e no aperfeiçoamento de determinadas funções, mas também na mudança dos vínculos e das relações interfuncionais. O destino de cada parte funcional no desenvolvimento da consciência depende da mudança do todo e não o contrário. Ocorre então, a mudança na estrutura da consciência na idade escolar e a atenção e a memória passa a ser conscientizadas e voluntárias.

A história do desenvolvimento intelectual da criança começa na tenra infância, onde a via principal de desenvolvimento que predomina no sistema de relações interfuncionais é a memória. Com a maturidade de percepção e de memória, que começa no início da idade escolar, ocorrem as funções básicas do desenvolvimento psíquico que vai permear toda a idade escolar. As funções conscientizadas e voluntárias da memória e da atenção são projetadas ao centro da idade.

A mais importante modificação da percepção externa acontece quando a criança passa de uma percepção primitiva e desprovida de palavras para uma percepção dos objetos, orientada e expressa por palavras – percepção em termos de significado. A percepção do significado é uma percepção generalizada.

A passagem para um novo tipo de percepção é importante porque perceber as coisas de um modo diferente significa ao mesmo tempo ganhar outras possibilidades de agir em relação a elas, logo surge o processo de discriminação. Toda generalização escolhe de certo modo um objeto e a tomada de consciência, entendida como generalização, conduz imediatamente a apreensão. Os conceitos científicos são o campo em que a tomada de consciência dos conceitos, ou melhor, a sua generalização e sua apreensão parecem surgir antes de qualquer coisa.

A tomada de consciência significa generalização, então generalização não significa nada senão formação de um conceito superior em cujo sistema de generalização foi incluído um determinado conceito. A generalização de um conceito leva à sua localização em um determinado sistema de relações de generalidade, que são os vínculos fundamentais mais importantes e mais naturais entre os conceitos.

Desse modo, a generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência e sistematização de conceitos. O sistema e a tomada de consciência já pressupõem a existência de conceitos infantis bastante ricos e maduros sem os quais

a criança não dispõe daquilo que deve tornar-se objeto de sua tomada de consciência e de sua sistematização. Também demonstra que o sistema primário que surge no campo dos conceitos científicos é transferido estruturalmente para o campo dos conceitos espontâneos, reconstruindo-os e modificando-lhes a natureza interna de cima para baixo,

Ocorre a dependência dos conceitos científicos em face dos espontâneos e a influência inversa daqueles sobre estes. O conceito científico pressupõe um lugar seu lugar definido no sistema de conceitos, lugar esse que determina sua relação com outros conceitos. O conceito científico pressupõe outras relações com o objeto e esta relação com o objeto pressupõe a existência de relações entre os conceitos, ou seja, um sistema de conceitos. Todo conceito deve ser tomado em conjunto com todo o sistema de suas relações de generalidade.

Os conceitos do aluno escolar tornam-se conscientizados e voluntários e a causa da não conscientização destes está na ausência de sistematicidade dos conceitos científicos. Sua tomada de consciência se realiza através da formação de um sistema, baseado em determinadas relações recíprocas de generalidade o que os torna voluntários.

Os conceitos científicos subentendem sistema e é onde a consciência penetra no reino dos conceitos infantis. Para resolver a questão de que como se processa a tomada de consciência é necessário colocar no centro o sistema. Esses conceitos são importantes para todo o desenvolvimento do pensamento da criança.

Vigotski (2009) esclarece que os conceitos científicos iniciam pelo conceito espontâneo, quando a criança ainda não atingiu em seu desenvolvimento. O conceito espontâneo atua quando está vinculado a experiência pessoal da criança, quando ela tem consciência do objeto em proporções bem maiores do que do próprio conceito. Já na análise do conceito científico a criança toma consciência do conceito bem melhor do que o objeto nele representado.

Para efeito de clareza, poderíamos conceber esquematicamente o caminho do desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos da criança sob a forma de duas linhas de sentidos opostos, uma das quais se projetando de cima para baixo, atingindo um determinado nível no ponto em que a outra se aproxima ao fazer o movimento de baixo para cima. Se designássemos convencionalmente como inferiores as propriedades do conceito mais simples, mais elementares, que amadurecem mais cedo, designando como superiores aquelas propriedades mais complexas, vinculadas à tomada de consciência e à arbitrariedade e que se desenvolvem mais tarde, poderíamos dizer convencionalmente que o conceito espontâneo da criança se

desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores. Esta diferença está vinculada à referida relação distinta dos conceitos científico e espontâneo com o objeto (Vigotski, 2009, p. 347).

A força dos conceitos científicos se manifesta no campo determinado pelas propriedades superiores de consciência e de voluntariedade, mostrando a fragilidade dos conceitos espontâneos, que são fortes no campo da aplicação espontânea conscientizada e concreta e no campo da experiência e do empirismo. O desenvolvimento dos conceitos científicos começa no campo da concretude e do empirismo e se movimenta no sentido das propriedades superiores dos conceitos que são a consciência e da arbitrariedade. Assim, o pensamento ultrapassa o limite que separa o pré-conceito dos verdadeiros conceitos.

O problema dos conceitos científicos é uma questão de ensino e desenvolvimento e os conceitos espontâneos tornam possível o surgimento desses conceitos através da aprendizagem, que é a fonte do seu desenvolvimento. O desenvolvimento deve completar determinados ciclos e concluir determinados estágios para que a aprendizagem se torne viável.

A aprendizagem se encontra na dependência de certos ciclos do desenvolvimento infantil já percorrido, é como se a aprendizagem colhesse os frutos do amadurecimento da criança. A memória, a atenção e o pensamento se desenvolvem e possibilitam a aprendizagem da criança e mudam a partir disso. O desenvolvimento gera toda a plenitude de possibilidades que se realizam no processo de aprendizagem, o que é indispensável certo grau de maturidade de funções psíquicas particulares.

Existem relações complexas entre aprendizagem e desenvolvimento. O desenvolvimento se realiza por ritmos diferentes da aprendizagem. Quando a criança consegue resolver problemas com a colaboração de outra pessoa diz-se que ela está na zona de desenvolvimento imediato.

A criança pode imitar o que se encontra na zona das suas próprias potencialidades intelectuais. Em colaboração a criança pode fazer mais do que sozinha, porém só em determinados limites, a depender do estado de seu desenvolvimento e de suas potencialidades intelectuais. Em colaboração com outra pessoa a criança resolve facilmente tarefas situadas mais próximas do nível de seu

desenvolvimento, depois a dificuldade da solução cresce e finalmente se torna insuportável até mesmo para a solução em colaboração.

O fundamental na aprendizagem é justamente o fato de que a criança aprende o novo. Por isso a zona de desenvolvimento imediato, que determina esse campo das transições acessíveis à criança, é a que representa o momento mais determinante na relação da aprendizagem com o desenvolvimento (Vigotski, 2009, p. 331).

A imitação se concebida em sentido amplo, é a forma principal em que se realiza a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento. A aprendizagem da escola se organiza amplamente com base na imitação. A criança na escola aprende a fazer o que não sabe em colaboração com o professor e sob sua orientação, a criança aprende o novo. Por isso a zona de desenvolvimento imediato, que determina esse campo de transições acessíveis à criança, representa o momento mais determinante na relação da aprendizagem com o desenvolvimento. O que no momento está na zona de desenvolvimento imediato passa a fazer parte da zona de desenvolvimento atual.

A aprendizagem e o desenvolvimento na escola estão na mesma relação entre si que a zona de desenvolvimento imediata e o nível de desenvolvimento atual. Na fase infantil, só é boa aquela aprendizagem que passa à frente do desenvolvimento e o conduz, pois se pode ensinar a criança o que ela for capaz de aprender. A aprendizagem é possível onde é possível a imitação. As possibilidades de aprendizagem são determinadas da maneira mais imediata pela zona de desenvolvimento imediato. A aprendizagem escolar se constrói em um terreno não amadurecido. Vigotski (2009, p. 334) enfatiza que:

A aprendizagem só é boa quando está à frente do desenvolvimento. Neste caso, ela motiva e desencadeia para a vida toda uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento e na zona de desenvolvimento imediato. É nisto que consiste o papel principal da aprendizagem no desenvolvimento (Vigotski, 2009, p. 334).

A aprendizagem se torna válida quando se realiza nos limites de um período determinado pela zona de desenvolvimento imediato e influencia o desenvolvimento quando os ciclos ainda não foram concluídos. Todas as funções básicas envolvidas na idade escolar giram em torno de duas formações essenciais, a tomada de consciência e a voluntariedade. Vigotski (2009, p. 337) destaca que:

Desse modo, poderíamos concluir que a idade escolar é o período optimal de aprendizagem ou a fase sensível em relação a disciplinas que se apóiam ao máximo nas funções conscientizadas e arbitrárias. Assim, a aprendizagem dessas disciplinas assegura as melhores condições para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores que se encontram na zona de desenvolvimento imediato (Vigotski, 2009, p. 337).

A aprendizagem escolar é a fonte do desenvolvimento dos conceitos científicos e o centro da análise da origem destes é a questão da aprendizagem e do desenvolvimento. No campo dos conceitos científicos, encontramos um nível mais elevado de pensamento que nos conceitos espontâneos, sendo mais difícil para criança executar tarefas de forma consciente e voluntária, o que no dia a dia ela executa de forma espontânea e não voluntária. O que falta na resolução dos problemas são a consciência e a voluntariedade no emprego dos conceitos, ou seja, em colaboração a criança pode fazer mais do que sozinha.

Um domínio de um nível mais elevado no campo dos conhecimentos científicos não deixa de influenciar nem mesmo os conceitos espontâneos da criança anteriormente constituídos. Nesse caso ocorre à elevação do nível dos conceitos espontâneos sob influência dos conceitos científicos.

Segundo Vigotski (2009) nos primeiros momentos de desenvolvimento do sistema de conceitos de algumas matérias ocorre correlação entre os conceitos científicos e os espontâneos. O desenvolvimento dos conceitos científicos segue uma via oposta em relação aos conceitos espontâneos, pois nos conceitos espontâneos a criança demora a tomar consciência do conceito e da sua definição verbal, bem como do emprego voluntário desse conceito no estabelecimento de relações lógicas complexas com conceitos.

Como se sabe, em seus conceitos espontâneos a criança chega relativamente tarde a tomar consciência do conceito, da definição verbal do conceito, da possibilidade de outras palavras lhe propiciarem uma formulação verbal, do emprego arbitrário desse conceito no estabelecimento de relações lógicas complexas entre os conceitos. A criança já conhece essas coisas, tem um conceito do objeto, mas para ela ainda continua vago o que representa esse conceito. Tem o conceito do objeto e a consciência do próprio objeto representado nesse conceito, mas não tem consciência do próprio conceito, do ato propriamente dito de pensamento através do qual concebe esse objeto. Mas o desenvolvimento do conceito científico começa justamente pelo que ainda não foi plenamente desenvolvido nos conceitos espontâneos ao longo de toda a idade escolar (Vigotski, 2009, p.345).

A tomada de consciência e a voluntariedade dos conceitos, propriedades não inteiramente desenvolvidas dos conceitos espontâneos, situam-se na zona de desenvolvimento imediato, ou seja, revelam-se e tornam-se eficazes na colaboração com o pensamento do adulto. Então, os conceitos científicos transformam e elevam ao nível superior os espontâneos, concretizando a zona de desenvolvimento imediato destes. Os conceitos científicos melhoram a área do desenvolvimento não percorrida pela criança e transcorre em uma zona em que a criança ainda não tem amadurecidas as respectivas possibilidades, logo a aprendizagem dos conceitos científicos pode efetivamente desempenhar um papel imenso e decisivo em todo o desenvolvimento intelectual da criança.

Para Vigotski (2009, p. 358) “conceito espontâneo ao colocar-se entre o conceito científico e o seu objeto, adquire toda uma variedade de novas relações com outros conceitos e ele mesmo se modifica em sua própria relação com o objeto”. No processo de desenvolvimento dos conceitos científicos o sistema surge junto com o desenvolvimento e exerce a sua influência transformadora sobre os conceitos espontâneos. A própria natureza de cada conceito particular já pressupõe a existência de um sistema de conceitos. Cada conceito é uma generalização e foi estudada a relação entre o geral e o particular nos conceitos.

Vigotski (2009) coloca-nos também que as relações de generalidade entre os conceitos estão vinculadas à estrutura de generalização. Cada estrutura da generalização (sincrético, complexo, pré-conceito e conceito) corresponde o seu sistema específico de generalidade e relações de generalidade entre os conceitos gerais e específicos.

Existe um sistema de relações e de generalidade para cada fase da generalização, entretanto, explicita que a generalidade (a sua diferenciação) não corresponde com a estrutura da generalização e suas diferentes etapas, e com isso, não coincidem de forma imediata e direta com a estrutura da generalização, mas que, contudo, não são diferentes e não se desvinculam entre si. Para complementar Vigotski (2009, p. 361) destaca que:

(...) não há coincidência entre as relações de generalidade e estrutura de generalização, mas essa falta de coincidência não é absoluta e só ocorre em uma determinada parte: embora nas diferentes estruturas da generalização possa haver conceitos de generalidade única e, ao contrário, na mesma estrutura da generalização possam coincidir conceitos de estrutura vária, ainda assim essas relações de generalidade são diferentes em cada estrutura

da generalização: tanto onde são logicamente idênticas quanto onde são diferentes.

Existe um elo intermediário entre os conceitos científicos e espontâneos, assim como existe uma dependência na transição das noções gerais do aluno pré-escolar para os pré-conceitos. A nova estrutura da generalização, a qual a criança chega ao processo de aprendizagem, cria as possibilidades para que os pensamentos passem a um plano mais elevado de operações lógicas. Assim os velhos conceitos se modificam por si mesmos em sua estrutura.

A diferença de natureza psicológica entre os conceitos espontâneos e científicos tem como ponto central a ausência ou a existência do sistema. Fora do sistema, só são possíveis vínculos que se estabelecem entre os próprios objetos, isto é, vínculos empíricos. Nessa fase ocorre o desenvolvimento insuficiente das relações de generalidade entre eles, estão isolados e não estão subordinados a um conceito superior e único. Vigotski (2009, p. 382) enfatiza que:

A estrutura da generalização, que domina em cada fase do desenvolvimento dos conceitos, determina o respectivo sistema de relações de generalidade entre eles e, deste modo, todo o círculo de operações típicas do pensamento viáveis nessa fase.

Os movimentos originais do pensamento da criança estão em uma relação mais próxima e imediata com o objeto que os conceitos dos adultos. As leis que regem esse movimento original do pensamento só são reais no campo dos conceitos espontâneos. Já os conceitos científicos nascem com a ajuda das relações de generalidade entre os conceitos estabelecidos no processo de ensino. Os conceitos espontâneos não são conscientizados. Essa inconsciência significa ausência de generalização, ou melhor, atraso no desenvolvimento do sistema de relações de generalidade. Já os conceitos científicos devem ser conscientizados e ter um sistema. Esse sistema projeta o desenvolvimento intelectual a um nível cada vez mais elevado.

No estudo do pensamento existem dois aspectos importantes, um deles é o desenvolvimento dos conceitos infantis ou significados das palavras. O significado de uma palavra é uma generalização e a estrutura dessas generalizações significa um modo diferente de reflexo da realidade no pensamento. Outro aspecto importante são as diferentes relações de generalidade que determinam também os diferentes tipos e operações possíveis para o pensamento.

Os conceitos espontâneos e científicos se revelam interligados por complexos vínculos internos. A aprendizagem não começa só na idade escolar, ela começa também na idade pré-escolar, havendo para cada idade um tipo específico de relações entre aprendizagem e desenvolvimento.

Vigotski (2009) diz que momento da assimilação da nova palavra, o processo de desenvolvimento do conceito correspondente não só não se conclui como está apenas começando. Quando está começando a ser apreendida, a nova palavra não está no fim, mas no início do seu desenvolvimento, é uma palavra imatura. O desenvolvimento do aspecto semântico é o processo básico e decisivo do desenvolvimento do pensamento e da linguagem da criança. Costas (2012, p. 20) contribui com Vigotski ao sinalizar que:

O desenvolvimento da criança é um processo dialético intrincado, marcado pela periodicidade, por diferentes momentos no desenvolvimento das distintas funções, pela transformação qualitativa de uma forma ou de outra, pela intercomunicação entre os aspectos exógenos e endógenos e pelos processos adaptativos que sobrepujam e ultrapassam os entraves que entrecruzam o caminho da criança.

As funções superiores se desenvolvem em espaços interativos de aprendizagem, através da constante apropriação e internalização de ferramentas e signos culturais. A aprendizagem é subordinada pela conexão que as crianças faz com os outros, mas particularmente com os adultos. Estes funcionam como instrumentos interativos, cuja apropriação demanda decisivamente o subsídio e a assistência de mediadores.

Costas (2012, p.26) enfatiza que

Os conceitos científicos ratificam essa forma de progresso no desenvolvimento, porque também são interiorizados em processos mediativos, contando com o uso de signos e ferramentas culturais, tanto quanto por intermédio de atividades formais de ensino e instrução.

Os conceitos cotidianos não se dissipam nem são extintos, e sim permitem o surgimento de um contorno conceitual mais adiantado, os designados conceitos científicos.

A aprendizagem é propulsora do desenvolvimento, concretizando-se no ser humano através de uma área de desenvolvimento proximal, ela não é uma

sobreposição ao desenvolvimento, nem demanda deste. Em contrapartida, antecede o desenvolvimento, que se evidencia associado à aprendizagem.

Costas (2012) afirma que o desenvolvimento se constrói em dois níveis: o nível real/atual/efetivo – que abrange todas as atividades que o sujeito realiza de modo individual, é demonstrado por avaliações psicológicas e educacionais e através da zona de desenvolvimento proximal – que se constitui interativamente com outras pessoas, com signos e ferramentas. A zona de desenvolvimento proximal transforma-se em real.

Assim, o ensino deve ir além do que já foi apropriado pela criança e no que foi verificado pelo adulto, pode e deve alicerçar-se em processos em formação para instituir e realizar as ações atinentes ao fazer docente. Por meio de ações educativas e interativas o desenvolvimento proximal se transforma em real e novas aprendizagens irão surgir. Costas (2012, p. 29) conclui que:

A acertada disposição do ensino dirigida à aprendizagem permite o desenvolvimento e a apropriação significativa de conteúdos. Consequentemente, a educação, de modo geral e, especialmente, os professores, são favorecidos sobejamente pelos achados de Vigotski, por sua interferência direta nos processos de escolarização.

Os conceitos cotidianos vinculam-se a vivências espontâneas não sistematizadas, as quais se processam no ambiente natural da criança. Os conceitos científicos, por outro lado, constituem-se através das ações intencionais do adulto, e especialmente no interior das instituições de ensino, através de atividades mediativas.

Por conseguinte, Vigotski e seus assistentes indicavam que, em termos de desenvolvimento, tanto os conceitos espontâneos quanto os científicos são interfaciados e encaixam-se, respectivamente, no mesmo processo: a formação dos conceitos (Costas, 2012, p. 49).

Os resultados das pesquisas de Vigotski apontaram que a aprendizagem antecede o desenvolvimento, potencializando-o. Os subsídios exteriores, como por exemplo, as ferramentas, os signos culturais e a ação do adulto social, encerram relevante função, agindo junto à zona de desenvolvimento proximal, como mediadores na formação de conceitos científicos (Costas, 2012, p. 50).

À conscientização da criança sobre os conceitos cotidianos ocorre mais tardiamente, pois a criança tarda a designá-los através de palavras. Porém, em relação aos conceitos científicos, sua definição encerra uma verbalização e

generalização e a criança faz uso deles em situações de ensino escola. Uma criança expressa um conceito científico quando houver certo desenvolvimento de um conceito espontâneo relacionado.

Destaca-se também o grande valor dos conceitos inter-relacionados sob a forma de sistemas. Especulando que o grau de generalização conceitual estaria subordinado a variante psicológica de classificação intrínseca a cada faixa etária, Vigotski (1993, apud Costas, 2012) notou que os conceitos são generalizações, como também sua inter-relação é uma generalidade. A generalização é constante nas operações intelectivas de determinado conceito, o que possibilita à criança mais velha pensar sem empregar palavras. Desta forma, a disparidade entre conceitos cotidianos e científicos está fortemente conectada à inexistência de um sistema, ou seja, no emprego de conceitos cotidianos, a criança não se serve de generalidades, ao passo que nos conceitos científicos estas se fazem presentes (Costas, 2012).

Como parte complementar dos conteúdos científicos, os conteúdos formais alteram a estrutura dos conceitos espontâneos, convertendo-os em sistemas. No estabelecimento dos conceitos científicos ressalta-se a importância da escola, do ensino e do coletivo. Existem leis comuns que regem a análise do desenvolvimento da criança. No ponto de vista vigotskiano, observa-se que as funções psicológicas superiores têm procedência social.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este projeto caracterizou-se por utilizar uma metodologia intervencionista, que segundo Damiani *et al.* (2013, p.58) é o termo utilizado para designar “investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências”. É uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, pois estas são aplicadas, ou seja, têm por finalidade contribuir para a solução de problemas práticos (Damiani, *et al.*, 2013). Desta forma, vem ao encontro de uma das justificativas deste trabalho que é a melhoria dos resultados no componente curricular de Biologia, partindo de uma análise sobre minhas práticas de ensino.

Nesse sentido, no que tange ao estudo de Biologia, mais especificamente a área de genética, um dos principais problemas refere-se ao fato de que o ensino transmitido na escola está sendo pouco eficaz na promoção do desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes e, portanto, a maior parte do saber científico ensinado acaba sendo rapidamente esquecido (Caballer; Giménez, 1993). O ensino geralmente é conduzido através da transmissão de conteúdos e resolução de exercícios por repetição, sendo exigida do aluno somente a ação mecânica de associação de símbolos e palavras. De acordo com Corazza-Nunes *et al.* (2006, p.522):

Essa análise vem fortalecer a hipótese de que os principais motivos que dificultam a aprendizagem de conceitos e processos biológicos residem no ensino que ignora as concepções prévias dos alunos e restringe a sua ação à memorização de conteúdos fragmentados e dissociados de sua vida cotidiana, valorizando a reprodução do conhecimento.

Sendo assim, o conjunto de ações aqui propostas visou melhorar a aprendizagem dos educandos em relação aos conhecimentos de genética. A tabela a seguir refere-se ao cronograma de diversas etapas que constituíram esta pesquisa interventiva.

Tabela 2 - Demonstrativo do cronograma de execução do processo investigatório.

FASES	PROCEDIMENTOS	PERÍODO DE EXECUÇÃO
1 <sup>a</sup>	- Aproximação com o campo de pesquisa; - Definição dos sujeitos da pesquisa; - Elaboração do projeto de pesquisa; - Levantamento bibliográfico;	2021/2
2 <sup>a</sup>	- Levantamento bibliográfico; - Elaboração do projeto de pesquisa; - Qualificação do projeto; - Desenvolvimento da pesquisa intervencionista.	2022/1 e 2022/2
3 <sup>a</sup>	- Desenvolvimento da pesquisa intervencionista.	2023/1
4 <sup>a</sup>	- Sistematização e análise de dados obtidos.	2023/2
5 <sup>a</sup>	- Defesa da dissertação.	2023/1 e 2024/1

Fonte: acervo da pesquisadora.

Esta metodologia, amplamente utilizada na área educacional (Damiani *et al.*, 2013), foi dividida em duas etapas: o método da intervenção e o método da avaliação da intervenção, os quais serão detalhados a seguir.

#### 4.1 Método da intervenção

Nesta seção, procurou-se detalhar o método de ensino utilizado para o desenvolvimento das aulas, relacionando cada etapa aos referenciais teóricos nos quais foi embasado o trabalho. A intervenção constou de aulas sobre genética, que foram desenvolvidas no 1º e 2º bimestre de 2023. Foram desenvolvidas 20 aulas, com cinquenta minutos cada uma, com atividades diversas, com a finalidade de melhorar a aprendizagem dos alunos de uma turma de 3º ano do ensino médio, noturno, do Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde, uma escola pública estadual da cidade de Arroio Grande/RS.

Antes do início da intervenção, cada estudante levou para seus responsáveis legais um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, apresentado no apêndice B, que deveria ser lido e assinado pelos mesmos, autorizando a participação nessa intervenção. Os discentes menores de 18 anos, cujos pais receberam e

assinaram o TCLE, igualmente receberam um Termo de Assentimento Informado Livre e Esclarecido (Apêndice C) que foi assinado e devolvido por aqueles que concordaram em participar desse projeto de pesquisa.

A professora ressaltou que esses documentos são fundamentais para garantir a ética e a proteção dos participantes da pesquisa. Após foi explicado os direitos e responsabilidades dos participantes, os objetivos da pesquisa e os procedimentos envolvidos. Foi explicada a confidencialidade das informações e o uso dos dados coletados. Depois dessa discussão, os alunos foram convidados a revisar os termos de consentimento e assentimento, tirando qualquer dúvida restante. Em aula posterior cada aluno entregou os documentos indicando seu consentimento e assentimento para participar da pesquisa, intervenção.

Fialho, Dias e Rego (2022, p.428) diz que “uma vez que a ética em pesquisa se refere ao compromisso de resguardar a integridade das pessoas envolvidas, limitar a criança ao direito à informação, ou mesmo permitir sua participação apenas em situações específicas, é insuficiente, pois viola o respeito a seus interesses”. Complementando Miranda (2006) expõe que a prática de concentrar a decisão no adulto se baseia numa premissa paternalista, que toma a criança/adolescente como ser incapaz e, por isso, indefeso. Contudo, partindo do pressuposto de que a criança é um sujeito de direitos e, portanto, tem direito à voz, é necessário que o pesquisador garanta condições para que ela participe da decisão de colaborar ou não com a pesquisa. O procedimento de obtenção de consentimento ou assentimento exige a participação ativa das crianças, permitindo que elas expressem sua vontade, indo além da simples autorização dos responsáveis legais, embora o consentimento dos pais seja fundamental.

Segundo, Fialho, Dias e Rego (2022) assentimento é um termo amplamente reconhecido na comunidade acadêmica e está estabelecido em regulamentos internacionais e diretrizes de pesquisa. Refere-se à concordância afirmativa em participar de uma investigação. É importante destacar que, embora as crianças não possam dar seu consentimento legal para participar de estudos, elas têm o direito de expressar seu assentimento, demonstrando sua vontade e individualidade. Esse princípio de respeito pela autonomia da criança deve ser mantido, independentemente do consentimento informado dado pelos pais ou responsáveis.

Após a coleta dos documentos, os alunos foram orientados a guardar uma cópia dos termos para sua referência futura e esclareceu que eles poderiam retirar

seu consentimento a qualquer momento, caso desejassem. Com os termos de consentimento e assentimento devidamente entregues, a professora desenvolveu o processo interventivo. Dessa forma, alunos e professora puderam prosseguir de forma ética e responsável, respeitando os direitos e proteção de todos os envolvidos.

Nesta intervenção foram desenvolvidas atividades teóricas e práticas nas aulas de Biologia, atuando especificamente na área de Genética. Para compor esta pesquisa, foi escolhida, entre os vários ramos da Biologia, a Genética, uma vez que o tema está presente no currículo escolar, desperta grande interesse dos alunos e, em geral, não é um conteúdo de fácil compreensão. Segundo Casagrande (2006, p. 19), os assuntos relacionados à genética “provocam impacto por causa das perspectivas que abrem em relação à sua aplicabilidade prática e geram polêmicas e sentimentos que vão da apreensão e do temor até a euforia, às vezes, exagerada “. Ainda, de acordo com Casagrande (2006, p.19) “muitas vezes os avanços científicos na área da Genética mostrados na mídia não são tratados em sala de aula, embora sejam de interesse de toda a comunidade”.

Os conceitos de Biologia são fundamentais para que possamos utilizar os recursos naturais de maneira correta, nos ensinam a evitar e curar doenças, fabricar medicamentos, promover o melhoramento genético de plantas e animais, além de nos permitir acompanhar os acontecimentos do dia a dia noticiados em jornais, revistas e televisão e opinar sobre eles (Costa, 2016). De acordo com Casagrande, o estudo da Biologia é importante, pois,

Contribui para nossa formação como cidadãos, informando-nos para que possamos opinar com mais responsabilidade a respeito de temas como clonagem, transgênicos, interrupção terapêutica da gravidez, emissão de gases poluentes que destroem a camada de ozônio, dentre outros (Casagrande, 2006 p.17).

As atividades a seguir foram planejadas e desenvolvidas com a finalidade de que os alunos aprendessem de uma forma diferenciada, os assuntos relacionados à genética, como o vocabulário científico, cruzamentos genéticos, assuntos do dia a dia, agregando ideias e ampliando os conhecimentos já existentes em relação ao assunto e conseqüentemente melhorando seus resultados ao final do ano letivo.

Aspirava-se também, ao término da intervenção, que os educandos pudessem analisar criticamente os diferentes assuntos relacionados à ciência da natureza que se apresentam em diferentes avaliações, como por exemplo, o ENEM.

#### **4.1.1 Uso de imagens para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem**

No primeiro contato com a turma foram investigados conhecimentos prévios que os alunos tinham em relação ao conteúdo de Genética. Segundo Vigotski (2009), a esses conhecimentos, damos o nome de conceitos espontâneos, e estes serviram como orientação para as demais aulas. Inicialmente organizou-se a turma em um círculo a fim de que todos conseguissem se enxergar, facilitando a comunicação entre a turma. Após a professora se apresentou e solicitou que os alunos fizessem o mesmo, dizendo seu nome e alguma característica própria que considerassem relevantes.

No decorrer da apresentação, foram anotadas as características que os alunos disseram e após questionou-se a origem dessas características, se outros membros da família também apresentavam. Nessa conversa com os alunos, ocorreu o primeiro contato da investigação com os conceitos espontâneos.

Para facilitar esse entendimento, Silva Júnior (2013, p. 119), nos elucida com uma abordagem quando afirma que “os conceitos espontâneos (ou cotidianos) são aqueles não relacionados ao ensino formal, adquiridos cotidianamente através da experiência concreta das crianças”. No que diz respeito aos conceitos científicos, especifica que: “representam os conhecimentos sistematizados, adquiridos nas interações escolarizadas. São considerados por Vigotski como os autênticos conceitos, os verdadeiros” (Silva Júnior, 2013, p. 119).

Após a apresentação, a professora expôs através de slides, figuras representando seres vivos com características diferenciadas, bem como, experimentos genéticos. Por meio dessas imagens foram feitos questionamentos aos alunos com o intuito de promover o diálogo acerca da grande diversidade das formas vivas e, ao mesmo tempo, ressaltar a manutenção das características peculiares de cada espécie. Nessa interação discursiva, os conceitos de espécie, característica hereditária, hereditariedade e genética foram investigados e discutidos. Foram feitas perguntas como por exemplo: Vocês já viram alguma imagem semelhante? O que representa a imagem? Qual a mensagem que a imagem nos passa? Qual descrição poderíamos fazer da imagem? Essa descrição poderia ser diferente?

As imagens são essenciais para o homem inteirar-se daquilo que lhe convém, dado que deste modo o indivíduo consegue analisar e explorar os objetos. De acordo

com Kuenzer (2005, apud Silva, 2020) ao considerarmos a relevante contribuição da Biologia para o desenvolvimento cognitivo dos discentes torna-se indiscutível a necessidade do atrelamento desta ciência com as imagens, pois não há como compreender aquilo que é objeto sem que conheçamos a forma e a composição visual dos elementos que constituem determinado conteúdo da mesma.

Com relação às imagens o ser humano compreende melhor aquilo que ele vê. A leitura de imagens, ou seja, a decodificação de imagens na interpretação das diferentes formas representativas do mundo, cria intimidade com os fatos a serem apreendidos e vivenciados, acontecendo o tempo todo. Ao mesmo tempo em que é preciso ler os significados que estão sendo vinculados as imagens que são escolhidas para serem utilizadas em sala de aula. Além destes cuidados, ao fazer uso de imagens é necessário que os professores evidenciem em sua prática a importância da leitura interpretativa das imagens e a possibilidade de adaptação das imagens para a finalidade de ensino.

As informações foram transcritas pela professora para que todos os alunos lessem, o que foi feito no quadro branco. Estudando as imagens dessa forma, a professora explorou diversas formas de linguagem.

Para Damiani *et al.* (2013) a linguagem interpretada como interação verbal entre os membros de uma determinada cultura corresponde à noção de ser humano como alguém que interage por meio das relações interpessoais, mediadas pela linguagem. Dessa forma, compreendemos que o sujeito deve desempenhar uma função interativa na apropriação de seu conhecimento, constituindo-se e contribuindo com a constituição do outro por meio da linguagem e da interação. Para Vigotski (2009), a linguagem é uma das ferramentas do pensamento. É o sistema simbólico responsável pelo desenvolvimento do ser humano. O autor defende que é por meio de um movimento dialético do social para o individual, mediado pela linguagem, que o sujeito se constitui, internaliza conhecimentos, papéis e funções sociais, formando a própria consciência.

Após o diálogo da professora com os alunos sobre as imagens, os alunos escreveram frases que foram entregues a pesquisadora. Dessas frases produzidas pelos alunos foram escolhidas 9 frases que servirão como base para cada uma das aulas seguintes. Para desenvolver esta aula a professora utilizou dois períodos.

#### **4.1.2 Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de Genética**

Este foi, um momento pré-interventivo, durante o qual fiz o uso de um teste (Apêndice D), como o objetivo de investigar os conhecimentos que os educandos já possuíam sobre Genética. De acordo com Amorim (2001), a dificuldade encontrada pelos alunos em Genética se deve em grande parte à organização curricular. No primeiro ano do Ensino Médio, costuma-se abordar ácidos nucleicos e divisão celular, enquanto a genética só é discutida no terceiro ano. Isso cria uma clara interrupção no processo de ensino, dado que a estrutura cromossômica e a transmissão das informações genéticas ali contidas estão intrinsecamente ligadas à estrutura molecular dos ácidos nucleicos e ao processo de duplicação do DNA (Justina, 2001).

A professora distribuiu aos alunos um teste sobre genética e alertou que não era para pesquisar as respostas porque o objetivo era fazer um diagnóstico dos conhecimentos deles. Explicou que essa atividade não estava associada a nota e sim uma investigação dos conhecimentos prévios a respeito de genética. Para a aplicação deste trabalho, que foi resolvido de forma individual e sem consulta em fontes externas, foi utilizado um período de aula.

#### **4.1.3 Mapa mental com conceitos gerais**

Após a aplicação do teste, a professora apresentou aos alunos um mapa mental sobre genética. Explicou aos alunos que os mapas mentais auxiliam a fazer conexões entre os diferentes conceitos e organizam as informações de forma clara e compreensível.

A professora explicou como poderia ser construído um mapa mental, devendo ter um tópico central que representasse a área de genética e a partir desse ramificar em diferentes subcategorias, como por exemplo, hereditariedade, DNA, mutações, entre outras.

A professora explicou que cada conceito chamado de subcategoria poderia ser representado por palavras-chave específicas e pequenos desenhos que auxiliassem a lembrar os conceitos. Foi citado como exemplo, no caso do DNA, poderiam ser colocadas palavras-chave como "dupla hélice", "genes", "nucleotídeos" entre outras.

Enfatizou que haviam várias maneiras de fazer mapas mentais, mas que tinha como sugestão que colocassem o tópico central e as subcategorias ao redor, formando uma espécie de "árvore de conhecimento". A partir dessas subcategorias, poderiam ser adicionadas ramificações menores com informações mais específicas.

O mapa mental nos ajuda a visualizar a estrutura dos conceitos e a estabelecer conexões entre eles. Dessa forma, facilita o processo de aprendizado e a compreensão da genética como um todo. A professora explicou que a genética é a parte da biologia que estuda as leis da hereditariedade, ou seja, como o potencial para certas características é transmitido pelos genes de pais para filhos através de gerações (Linhares e Gewandsnajder, 2007)). Para facilitar o entendimento dos conceitos gerais relacionados a genética foi utilizado um mapa mental para explicar cada conceito.

(...) os mapas mentais partem de uma ideia central. A partir dela, se articulam em ideias conectadas, semelhantes a uma árvore com raízes e galhos ou a estrutura de um neurônio. Cada item do mapa mental tem apenas uma palavra ou uma frase curta. A ideia da organização é levar ao desencadeamento de um pensamento, uma linha de raciocínio. A partir disso, é possível trabalhar com cores, inserir imagens, links, etc. O uso desses símbolos facilita a compreensão e a memorização dos assuntos tratados no mapa. Usar desses recursos didáticos é propiciar que o aluno selecione, crie, identifique, organize e ajuste conceitos que fazem sentido a ele relacionado ao tópico estudado, além de ligar o lúdico ao ensino, onde o aluno pode pintar, desenhar, desenvolver outras áreas e ainda sim aprender genética (Santos; Oliveira; Farias, 2021).

Durante o estudo do mapa mental os alunos participavam da aula fazendo perguntas a respeito do assunto. As ferramentas pedagógicas são importantes como meio de estimular a participação do aluno em aula bem como para ser um instrumento facilitador da aprendizagem, pesquisas atuais comprovam que muitos alunos do Ensino Básico não enxergam os usos da genética na sociedade, apesar de terem acesso ao assunto através dos meios de comunicação (Santos; Oliveira; Farias, 2021).

Nesse contexto, a aquisição do conhecimento não ocorre apenas através do sujeito ou do objeto do conhecimento, nem mesmo pela interação direta entre o sujeito e o objeto, mas sim por meio da influência social, de outra entidade ou de um símbolo, que se situa entre eles: sujeito e objeto. Vigotski (2007) explica que durante essas trocas e conexões que ocorrem entre as pessoas que as atividades mentais, práticas, culturais e simbólicas que são observadas na sociedade acabam sendo adotadas e

incorporadas pelos indivíduos, passando a fazer parte de suas próprias experiências e conhecimentos: “todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica)” (Vigotski, 2007, p. 57-58).

De acordo com Pedrancini *et al.* (2011) na escola, a interação discursiva, envolvendo os conceitos sistematizados, gradativamente constrói “[...] um contexto argumentativo, que dialeticamente propicia a elaboração de novas aproximações ao significado” (Candela, 1998, p.162). Portanto, quando o aluno participa de um ambiente em que há diversidade de opiniões e argumentos, o pensamento e o discurso individuais serão mais ricos, desde que o professor apresente aos alunos situações-problema que os façam pensar, falar e agir (Pedrancini, 2011).

#### **4.1.4 Modelos didáticos manipuláveis**

Inicialmente a professora deixou em exposição na sala de aula alguns modelos diversos relacionados a estrutura celular com os diferentes tipos de DNA. Os alunos chegaram e começaram a manipular os materiais. Enquanto os alunos manipulavam os materiais discutiam em relação aos mesmos e a professora interagiu fazendo perguntas a fim de promover uma participação mais ativa dos alunos. De acordo com o exposto, Júnior (2000) enfatiza que:

Na nossa análise, podemos admitir que as situações de formulação de perguntas e respostas entre o professor e os alunos implicam a construção interativa do discurso na sala de aula, na qual as intervenções do professor são muitas vezes desencadeadas pelas respostas e reações dos alunos, de acordo com as quais o próprio professor reestrutura suas novas intervenções, que por sua vez influem nas novas perguntas e respostas dos alunos e, assim por diante. Portanto, ação e decisão se interagem, visto que as intervenções do professor no momento do ensino serão provocadas por ações e reações dos alunos e vice-versa (Júnior, 2000)

O professor na sua ação prática constrói situações de interação que facilita o processo de ensino e aprendizagem, o que acontece por exemplo, na sua habilidade de conduzir um debate ou uma discussão decorrente da própria situação criada a partir da pergunta formulada (Júnior, 2000).

De acordo com Vigotski (2009), sob a obtenção de conhecimento não ocorre de forma direta apenas entre o sujeito e o objeto de conhecimento, ou mesmo através

da relação estabelecida entre o sujeito e o objeto. Pelo contrário, ela acontece por meio da influência social ou da presença de outro elemento simbólico que se posiciona intermediando a conexão entre o sujeito e o objeto.

A professora explorou inicialmente características de células animais, células vegetais e bactérias salientando a presença de DNA, bem como explicou em relação a diferentes constituintes celulares como as organelas citoplasmáticas. Foram citados diferentes tipos de seres vivos e suas relações com os materiais genéticos. Nesse momento os alunos já fizeram associações com as características dos vírus.

Ao longo da mediação entre o discurso dos alunos a professora levantou questionamentos quanto os tipos de ácidos nucleicos e suas funções nos seres vivos. No decorrer das explicações a professora mostrava as estruturas nos modelos didáticos e os alunos visualizavam e manipulavam os materiais, pois as maquetes ajudam a visualizar e compreender de forma mais concreta os conceitos tão importantes para a genética.

#### **4.1.5 Jogo: show de genética**

A professora começou a aula fazendo uma retomada das características celulares estudadas na aula anterior e mencionou a respeito da importância dos materiais didáticos manipuláveis. Foi feita uma explicação sobre núcleo, cromossomos, DNA e genes e a relação entre os mesmos.

No momento, a pesquisadora falou também da importância da leitura do material estudado, pois o tempo de duração do período de aula é curto, pois são apenas cinquenta minutos por semana.

Após foi explicado a ferramenta pedagógica que seria utilizada na aula, que foi o jogo didático intitulado “Show da genética”. Para desenvolver esse jogo foi utilizada a plataforma *Wordwall*, uma plataforma online que oferece ferramentas e recursos educacionais para professores e educadores permitindo a criação de atividades interativas, como quebra-cabeças, jogos de palavras, questionários e muito mais, para envolver os alunos no processo de aprendizado. É uma ferramenta útil para o desenvolvimento de materiais educacionais interativos e envolventes. O jogo interativo foi apresentado aos alunos com um projetor multimídia e haviam perguntas de múltipla escolha sobre genética. Após a turma foi dividida em dois grupos e cada grupo recebeu um notebook para explorar o jogo.

O jogo era formado por quinze perguntas e existe um tempo pré-determinado para responder as questões (50 segundos), devendo ser escolhida uma resposta ao término do tempo. Iniciando o módulo de questões surgia uma tela confirmando se a mesma estava correta e permitia a continuidade do jogo. Deste modo, apesar da participação direta de um único aluno (a) marcando as respostas no jogo toda a classe participava indiretamente sugerindo as respostas.

A professora observou que os alunos ficavam motivados ao responder as perguntas do jogo e já foi uma forma de avaliar a aprendizagem dos mesmos em relação aos conteúdos que estavam sendo estudado, após serem respondidas todas as questões o aplicativo gerava uma pontuação ao grupo.

Ao final do jogo a professora repassou todas as perguntas e foi promovendo uma discussão coletiva com os alunos, explorando cada questão e ampliando as ideias acerca do conteúdo.

#### **4.1.6 Leis de Mendel (aula expositiva)**

Assim como nas demais aulas, a professora iniciou citando uma das frases produzidas pelos alunos na primeira aula e foi promovida uma discussão a respeito do significado da frase escolhida. Após a professora fez uma breve explicação da trajetória histórica do estudo de genética.

Foi adotada para essa aula a modalidade expositiva-dialogada. Segundo Krasilchik (2019) a aula expositiva-dialogada se baseia no ato de introduzir e desenvolver um assunto junto aos alunos, por meio de um diálogo, não apenas fazer perguntas fechadas (que possuem resposta “sim” ou “não” ou que seja repetição de um conceito) sobre os conteúdos expostos, mas também estimular o raciocínio dos alunos, aplicando exemplificações capazes de conduzir os mesmos a encontrarem soluções que os levem a formulação dos conceitos a serem assimilados. Foram estudadas nesta aula as leis de Mendel.

#### **4.1.7 Leis de Mendel /Exercícios de fixação**

Nesta etapa da intervenção a professora proporcionou exercícios de genética para os alunos fazerem de forma individual a fim de avaliarem a aprendizagem adquirida em aulas anteriores.

Os exercícios de fixação do conteúdo são uma ferramenta pedagógica que tem como objetivo consolidar e reforçar o aprendizado dos alunos. Eles são projetados para ajudar os estudantes a praticar e aplicar os conceitos e informações que foram apresentados em sala de aula. Esses exercícios exigem que os alunos apliquem o que aprenderam, o que pode ajudar na memorização, na compreensão mais profunda e na retenção do conhecimento. Além disso, os exercícios de fixação também fornecem aos professores uma forma de avaliar o progresso dos alunos e identificar áreas que podem precisar de reforço ou revisão. Em resumo, são uma importante ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem.

#### **4.1.8 A genética no dia a dia (projeção de slides)**

Esta etapa se iniciou com indagações sobre genética: Como se usa a genética do dia a dia? Qual é a importância? Para que serve essa genética na prática? Como a genética é aplicada nas frutas produzidas? E na quantidade de remédio? Como a genética interfere na agricultura e na pecuária?

Ao longo dos debates sobre os questionamentos realizados pela professora, os alunos manifestavam dúvidas em relação a sequenciamentos genéticos, testes genéticos, bem como, assuntos como transgenia, número de cromossomos das espécies, câncer dentre outros assuntos relacionados à saúde.

É importante que os alunos tenham uma formação científica para que possam exercer sua cidadania de forma responsável e a escola é o lugar adequado para que ocorra essa alfabetização. Selecionar e interpretar as informações nos meios de comunicação, de forma adequada, exige mais do que rapidez e agilidade, é necessário a orientação adequada, de maneira que haja a construção do conhecimento escolar.

Para ministrar essa aula, a professora fez uso do quadro branco, pincel, além de projeção de slides com assuntos teóricos e imagens diversos relacionados a genética, os quais foram formulados pela professora.

Para desenvolver essas atividades acima foi utilizado um período de aula.

#### **4.1.9 Assuntos diversos relacionados à genética (vídeo) / Leis de Mendel**

Em função da forma com que muitas vezes a genética é trabalhada em sala de aula, sem uma conexão com situações da sociedade, torna o assunto muito abstrato e desinteressante para os alunos, que podem não entender como a referida área do componente curricular de biologia se aplica em vidas cotidianas. Visto à condição mencionada a professora proporcionou aos alunos nessa aula o estudo com o auxílio de um vídeo.

Em aulas anteriores os alunos demonstraram curiosidades quanto a vários assuntos relacionados à genética, ao DNA e um deles foi quanto ao teste de paternidade. Nessa aula a professora trouxe como ferramenta pedagógica um vídeo com explicações de um médico sobre teste de paternidade.

No vídeo foi explicada a forma de coleta do material para análise de DNA, perfil genético, avanço significativo do processo investigatório de teste paternidade, cromossomos sexuais, entre outros tópicos.

Durante a reprodução do vídeo, a professora fazia pausas e prosseguia com algumas perguntas aos alunos a fim de contextualizar os assuntos abordados e também promover um engajamento ativo dos educandos em aula.

A genética tem uma imensa história e implicações culturais importantes, mas muitas vezes esses aspectos não são abordados em aula o que causa desconhecimento do impacto da mesma na sociedade.

Por mais que venham ocorrendo avanços da ciência e das tecnologias, é nítido que o ensino da genética permanece, na maioria dos casos, restrito às aulas monótonas, onde o aluno pouco interage por justamente não estar compreendendo o que está sendo discutido em sala. Diante do exposto, os alunos decidem decorar os conceitos ao invés de compreendê-los e conectá-los com suas vivências. Desse modo, torna-se necessário romper com essa visão tradicionalista de ensino e dotar a postura onde o aluno constrói seu próprio conhecimento, tornando-se ativo nesse processo, onde possa por si só criar, questionar, praticar e revisar conteúdos trabalhados (Santos; Oliveira; Farias, 2021, p.185).

Para ministrar essa aula foram utilizados dois períodos.

#### **4.1.10 Leis de Mendel (aula expositiva e dialogada) / Assuntos diversos relacionados à genética (vídeo)**

Para explanação do conteúdo utilizei como estratégia de ensino, a aula expositiva e dialogada. Nesta etapa da intervenção foi utilizado um período de aula. Segundo Lopes (2012, p.30):

A estratégia de ensino “aula expositiva dialogada” pode ser descrita como uma exposição de conceitos, com a participação ativas (sic) dos alunos, onde o conhecimento prévio é extremamente importante, devendo ser considerado este o ponto de partida. O professor leva os alunos a questionarem, discutirem, interpretarem o objeto de estudo apresentado por ele, reconhecendo e contextualizando este objeto com as situações das realidades que podem ser levantadas pelos alunos.

A professora retomou conceitos gerais de genética e explicou as leis de Mendel, incluindo as relações entre os conceitos estudados e exemplos de cruzamentos genéticos. A fim de poder engajar os alunos no estudo foi necessário retomar bem como explicar tópicos relacionados a genética que estavam previstos nos conteúdos programáticos da primeira e da segunda série do Ensino Médio.

Mais recentemente, a BNCC (BRASIL, 2018) propõe, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as seguintes competências específicas com suas respectivas habilidades: a Genética mendeliana, aplicação da tecnologia do DNA recombinante; identificação por DNA; emprego de células-tronco, herança biológica; darwinismo social, entre outros, para que seus conhecimentos conceituais possam ser mobilizados, permitindo aos estudantes entenderem a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização e atribuindo importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a imprevisibilidade de fenômenos, bem como os limites das explicações e do próprio conhecimento científico. A compreensão desses processos é essencial para um debate fundamentado sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas, sejam elas locais ou globais, e suas implicações éticas, morais, culturais, sociais, políticas e econômicas, bem como sobre seus riscos e benefícios para o desenvolvimento sustentável e a preservação da vida no planeta (Gambin, 2022, p. 37).

No segundo momento da aula a professora usou como ferramenta pedagógica um vídeo e foram abordados assuntos sobre tipos de anemia, teste do pezinho e transfusões sanguíneas, assuntos os quais emergiram durante aulas anteriores.

Durante a transmissão do vídeo a professora fez várias pausas a fim de investigar o entendimento dos alunos em relação aos assuntos abordados bem como para promover uma discussão na turma.

Essa mediação promovida pelo professor no âmbito educacional é de extrema importância visto que é ele quem organiza, controla e regula suas interações com os estudantes (Silva; Almeida; Ferreira, 2011). No entendimento de Behrens (2013), mediação pedagógica seria:

(...) a atitude, o comportamento do professor que se coloca como um facilitador, um incentivador ou um motivador da aprendizagem, que se

apresenta com a disposição de ser uma ponte entre o aprendiz e sua aprendizagem – não uma ponte estática, mas uma ponte “rolante”, que ativamente colabora para que o aprendiz alcance seus objetivos (Behrens, 2013, p. 151).

Durante as aulas a professora continuamente promovia momentos para que os alunos expressassem seus conhecimentos prévios em relação aos tópicos que seriam abordados, a fim de poder efetivamente engajá-los no processo de aprendizagem.

Promovendo momentos de expressão dos conhecimentos prévios, a professora também incentivava a participação ativa dos alunos na sala de aula, aumentando sua confiança e autonomia no processo de aprendizagem, criando um ambiente colaborativo onde as ideias dos alunos eram valorizadas e respeitadas.

#### **4.1.11 Aula prática de Sistema Sanguíneo**

A aula prática sobre sistema sanguíneo complementa a aula teórica de forma a exemplificar a aplicação dos conceitos. A atividade foi realizada no laboratório de biologia da escola e teve como tema a tipagem sanguínea. Foi realizada a coleta de sangue de forma segura na ponta dos dedos do aluno com a utilização de lancetas descartáveis, com o auxílio de uma profissional da saúde, disponibilizada pela Secretaria da Saúde do Município.

O sangue coletado foi dividido em duas amostras nas lâminas e nelas aplicadas os soros reagentes Anti-A e Anti-B. Após um tempo de dois a cinco minutos, observa-se as reações, pois essas indicam a presença do antígeno. Se reagir apenas a um dos soros, o sangue será do tipo “A” ou “B”, mas se reagir aos dois, será do tipo “AB”. A falta de reação aos soros indicará que o tipo é “O”. Para determinar o fator Rh, foi utilizada a amostra de sangue e misturada com uma solução de Rh e foi aguardada a reação, sendo que nas amostras em que elas ocorreram, o sangue será fator Rh+, enquanto que na ausência de reação, será fator Rh-.

Ao mesmo tempo em que as experiências eram realizadas, novamente foi explicada a parte teórica sobre combinações sanguíneas, transfusão e como foi descoberto o fator Rh. Uma diferença interessante e explorada foi o conceito de gene dominante e recessivo e a relação entre alelos heterozigóticos e homozigóticos.

No fator Rh, existe um gene dominante e sempre que estiver presente, caracterizará o fator, que é o gene positivo (R), enquanto que o negativo, recessivo (r) apenas poderá aparecer se sua formação ocorrer apenas por alelos heterozigóticos

(Rr). Enquanto que na tipagem sanguínea é uma combinação de alelos, sem necessariamente haver recessivo ou dominante.

Essa discussão foi ocorrendo através de conversas entre alunos e professora, onde cada um falava o seu sangue, caso soubessem, ou ficava conhecendo na aula prática, e no quadro eram verificadas as possibilidades de combinação. Utilizando dos quadros com os tipos sanguíneos dos alunos também eram elencadas as possibilidades de doação e recepção de sangue. Foi interessante que alguns alunos relataram experiências onde familiares precisavam receber sangue e como, em alguns casos, foi difícil encontrar doador, principalmente quando o tipo foi o “O-”.

#### **4.1.12 Aplicação do pós-teste**

O pós-teste é uma forma de verificar a aprendizagem, relacionando-o com aplicação de pré-teste. Foi estudada duas formas de aplicar o pós-teste, sendo que ambas partiam da aplicação do mesmo pré-teste e depois dividia-se em dois grupos, sendo que um deles o conteúdo era apresentado e ao outro, não. Depois aplicava-se o pós-teste e verificava-se o resultado dos dois grupos (Oliveira, 2018). No entanto, pela experiência docente, optou-se pela aplicação do pós-teste após ensinar o conteúdo a todos e assim verificar o resultado da aprendizagem.

Assim como foi possível observar no pré-teste, os alunos apresentaram diferentes reações. A aparente insegurança apareceu nos mesmos alunos que apresentaram essa reação no pré-teste, mas se acalmaram após uma conversa comigo onde, através de algumas palavras-chave, conseguiram lembrar do conteúdo. É importante essa constatação, uma vez que se infere que questões extraclasse interferem no aprendizado, onde a presença do professor, não apenas como um mediador de conteúdo, mas um mediador de emoções, se torna importante

#### **4.1.13 Prova com questões do ENEM**

O Exame Nacional de Ensino Médio é uma prova que é caracterizada por questões interdisciplinares e contextualizadas em situações reais. Essas questões permitem que, além da resolução da questão, sejam observadas as reações emocionais dos alunos, pois o ENEM é a prova mais importante do Brasil na atualidade. Utilizar como uma forma de avaliação complementar possibilita verificar

como a inter-relação de conteúdos é percebida pelo aluno utilizando questões que trabalhem a relação entre genética e tipagem sanguínea, por exemplo.

Segundo Medeiros e Neto (2018), a partir da utilização do ENEM (iniciada em 1998 e utilizada desde 2009 para ingressar em faculdades) para avaliação das competências e habilidades desenvolvidas pelo aluno no Ensino Básico, integração entre disciplinas e contextualização, passaram a fazer parte da discussão dos currículos das escolas que precisam continuamente estar sendo atualizados. Segundo Morgado *et al.* (2016), ao utilizar uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS, trazendo uma abordagem mais humana a esses temas, é necessário aproximar a ciência de situações do cotidiano, da vida do cidadão, novamente. A tabela a seguir oferece uma síntese dos momentos da intervenção:

Tabela 3 - Descrição das atividades interventivas (continua).

Observação	Atividade	Número de aulas utilizadas
1	- Uso de imagens para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.	2
2	- Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de genética.	1
3	- Mapa mental com conceitos gerais.	1
4	- Modelos didáticos manipuláveis.	1
5	- Jogo: show de genética.	2
6	- Leis de Mendel (aula expositiva).	1

Tabela 3 - Descrição das atividades interventivas (conclusão).

Observação	Atividade	Número de aulas utilizadas
7	- A genética no dia a dia (projeção de slides).	
8	- Leis de Mendel (aula expositiva e dialogada); - Assuntos diversos relacionados a genética (vídeo).	2

9	- Aula prática de Sistema Sanguíneo.	2
10	- Aplicação do pós-teste.	2
11	- Prova com questões do ENEM.	2
12	- Assuntos diversos relacionados a genética (vídeo).	2

---

Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

## 4.2 Método da Avaliação da Intervenção

Segundo Damiani (2013) o objetivo do método da avaliação da intervenção é descrever os resultados obtidos em campo na prática intervencionista, a partir instrumentos de coleta e análise de dados. É a parte do relatório que explicita, mais claramente, o caráter investigativo da intervenção. Para o trabalho foram utilizados dois instrumentos de coleta de dados: a observação participante e a análise documental, produções escritas dos alunos.

### 4.2.1 Observação participante

A observação é um procedimento metodológico muito utilizado para a coleta de dados, seja sozinha ou em conjunto com outras técnicas e a principal vantagem verificada é a de que os “fatos são percebidos diretamente” (Gil, 1989, p. 104), sem interferências.

Neste projeto a professora utilizou a observação participante natural é um instrumento com uma ampla aquisição de dados do grupo, pois consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada. Nesse caso, o observador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de um membro do grupo. Daí porque se pode definir observação participante como a técnica pela qual se chega ao conhecimento da vida de um grupo a partir do interior dele mesmo (Gil, 1989).

Para facilitar a coleta de dados foram utilizadas filmagens durante as aulas, pois o uso de imagens gravadas permite ser um registro “poderoso das ações temporais e dos acontecimentos reais – concretos, materiais” (Loizos, 2007, p. 137).

O quadro a seguir refere-se à pauta de observação das aulas dos momentos da intervenção:

Quadro 1 - demonstrativo dos pontos observados durante as atividades interventivas (continua).

Observação	Atividade	Pontos observados
1	Uso de imagens para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam compreendendo as informações transmitidas através das imagens;</li> <li>- Se as imagens selecionadas estavam sendo relevantes para o tópico em discussão, e se estavam sendo utilizadas de maneira eficaz para enriquecer a compreensão dos alunos;</li> <li>- Como os alunos interagem com as imagens apresentadas, seja através de discussões em grupo ou reflexões individuais,</li> </ul>
2	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de genética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos procuraram responder às questões propostas, utilizando-se do máximo de tempo disponível para tal tarefa ou se não fizeram esforço para tal.</li> </ul>
3	Mapa mental com conceitos gerais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam prestando atenção durante a explicação da aula e se estavam engajados no processo de aprendizagem;</li> <li>- Identificar se os alunos estavam enfrentando dificuldades na compreensão do conteúdo.</li> </ul>
4	Modelos didáticos manipuláveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam interessados e envolvidos com os materiais manipuláveis;</li> <li>- Se os alunos estavam compreendendo os conceitos abordados por meio dos materiais manipuláveis;</li> <li>- Se os alunos estavam colaborando e interagindo uns com os outros durante as atividades com os materiais manipuláveis;</li> <li>- Se os alunos seriam capazes de transferir o conhecimento adquirido por meio dos materiais manipuláveis para situações do mundo real.</li> </ul>

Quadro 2 - demonstrativo dos pontos observados durante as atividades interventivas (continua).

Observação	Atividade	Pontos observados
5	Jogo: show de genética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam engajados e participando ativamente do jogo;</li> <li>- Se os alunos estavam colaborando entre si e trabalhando em equipe durante o jogo;</li> <li>- Se os alunos estavam colaborando entre si e trabalhando em equipe durante o jogo</li> </ul>

6	Leis de Mendel (aula expositiva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam compreendendo os tópicos apresentados durante a exposição;</li> <li>- Se os alunos estavam participando ativamente das discussões durante a aula.</li> </ul>
7	Leis de Mendel /Exercícios de fixação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam sendo capazes de sintetizar as informações apresentadas durante a exposição do conteúdo e conseguindo realizar as atividades propostas.</li> </ul>
8	A genética no dia a dia (projeção de slides)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam mantendo a atenção nos slides e no conteúdo apresentado;</li> <li>- Se os alunos estavam demonstrando interesse pelo conteúdo apresentado nos slides;</li> <li>- Se os alunos estavam compreendendo os conceitos apresentados nos slides;</li> <li>- Se os alunos estavam participando ativamente da aula, fazendo perguntas, compartilhando experiências relacionadas ao conteúdo apresentado e contribuindo para as discussões.</li> </ul>
9	Assuntos diversos relacionados a genética (vídeo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam prestando atenção no vídeo;</li> <li>- No momento do debate mediado pela professora, foram observadas as contribuições de cada um: o que foi visto de “novo” por eles e o que foi apresentado como já conhecido pelos alunos.</li> </ul>
10	<p>Leis de Mendel (aula expositiva e dialogada)</p> <p>Assuntos diversos relacionados a genética (vídeo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam compreendendo os tópicos apresentados durante a exposição</li> <li>- Se os alunos estavam participando ativamente das discussões durante a aula.</li> </ul>

Quadro 3 - demonstrativo dos pontos observados durante as atividades interventivas (conclusão).

Observação	Atividade	Pontos Observados
11	Aula prática de Sistema Sanguíneo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se os alunos estavam participando ativamente da aula prática, realizando as atividades propostas e demonstrando interesse pelo tema;</li> <li>- Se os alunos estavam seguindo as instruções de segurança e cuidado ao manipular</li> </ul>

		materiais biológicos, como amostras de sangue;- Se os alunos estavam demonstrando habilidades técnicas adequadas na execução dos procedimentos, como coleta de sangue, preparação de lâminas para análise microscópica e interpretação de resultados;- Se os alunos estavam compreendendo os conceitos teóricos relacionados ao sistema sanguíneo enquanto realizam as atividades práticas.
12	Aplicação do pós-teste	- Se os alunos procuraram responder às questões propostas, utilizando-se do máximo de tempo disponível para tal tarefa ou se não fizeram esforço para tal.
13	Prova com questões do ENEM	- Se os alunos procuraram responder às questões propostas, utilizando-se do máximo de tempo disponível para tal tarefa ou se não fizeram esforço para tal.

Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

#### 4.2.2 Análise documental

A fim de fazer a coleta de dados, a professora também utilizou a análise documental das produções escritas dos alunos e das avaliações feitas pelos mesmos. A análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, como nos apontam Ludke e André (1986). Conforme estes autores, a análise de documentos pode complementar informações obtidas por outras técnicas, ou ainda desvelar aspectos novos de um tema ou problema.

De acordo com Phillips (1974, apud Lüdke; André 1986), pode-se considerar “documento” qualquer material escrito que sirva como fonte de informação a respeito do comportamento humano, sendo que este tipo de método de coleta de dados oferece várias vantagens, podendo ser citado dentre elas o fato de o material analisado se configurar em uma fonte “estável e rica”, podendo ser consultado inúmeras vezes e servir de dados para estudos posteriores (Guba; Lincoln, 1981, apud Lüdke; André, 1986, p.39).

## **5. ANÁLISE INTERPRETATIVA E DISCUSSÃO DE DADOS**

Para o tratamento de dados foram utilizadas as contribuições da análise textual discursiva, amplamente utilizada em pesquisas qualitativas, proposta por Moraes (2003). Trata-se de um ciclo de análise constituído de três elementos principais: unitarização, categorização e comunicação. A unitarização implica em examinar os materiais em detalhes para atingir enunciados referentes aos fenômenos estudados. A categorização implica em construir relações entre as unidades, combinando-as e classificando-as formando categorias e comunicação é a emergência de uma compreensão renovada do todo, assim como crítica e validação (Moraes, 2003).

Os dados obtidos foram divididos em duas grandes categorias emergentes e a pesquisadora as apresentou em forma de metatextos. Através informações obtidas por meio das observações e da análise documental a pesquisadora procurou compreender os dados levantados com este trabalho.

A primeira categoria foi denominada “Avaliando os procedimentos de ensino”, e a segunda se chama “Avaliando a aprendizagem dos alunos”.

### **5.1 Avaliando os procedimentos de ensino**

A categoria apresenta as concepções dos alunos sobre genética, evidenciando em muitos momentos a mudança de percepção em relação ao assunto no decorrer da intervenção.

Dada a sua abrangência, esta categoria foi dividida em subcategorias: 5.1.1 Introduzindo o assunto: a primeira parte da aula que envolve relações entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos; 5.1.2 Características genéticas: pontos de partida para entender conceitos espontâneos e científicos; 5.1.3 As imagens como ferramentas-chave no estudo de genética; 5.1.4 A relevância dos conteúdos pré-requisitos na construção da base para o estudo de genética; 5.1.5 DNA, cromossomos e genes: pré-requisitos essenciais para o conteúdo de genética; 5.1.6 A genética e seu papel fundamental: conceitos, características e leis de Mendel; 5.1.7 Genética no Cotidiano: a influência dos genes na vida diária; 5.1.8 Curiosidades dos alunos como processo de aprendizagem; 5.1.9 Construindo o conhecimento genético: ferramentas pedagógicas que permearam as relações entre os conhecimentos espontâneos e científicos; 5.1.10 Aulas práticas como ferramentas pedagógicas de

ensino; 5.1.11 Reações dos alunos durante as avaliações; 5.1.12 “Espírito investigativo” e 5.1.13 Intercorrências no dia a dia escolar.

### **5.1.1 O impacto do uso de celulares em sala de aula e a importância de estratégias educacionais que possibilitem o uso produtivo dessa tecnologia**

A preocupação do professor em elaborar o processo de ensino que envolva os conceitos espontâneos e científicos é antecedida com uma realidade que assola o Ensino Médio: o uso indevido dos aparelhos de telefone celular. Em quase todas as aulas ministradas no decorrer da intervenção, houve necessidade de se solicitar aos estudantes que desligassem os seus celulares.

É o que ocorreu nos seguintes encontros: na observação 5, a professora solicitou aos alunos que guardassem os celulares e aguardou até que todos estivessem prontos para começar a aula; na observação 8, a professora teve que lembrar aos estudantes que para que os alunos desenvolvam as atividades em aula é importante que não estejam utilizando celular. Também, na observação 2, a professora solicitou que os alunos direcionassem sua atenção para a aula, pois a aluna A5 estava ainda usando o celular e o aluno a10 estava com fone de ouvido. Outro fato semelhante aconteceu na observação 9, pois a professora solicitou também que alguns alunos guardassem seus celulares.

Esse é um problema que desgasta o professor, toma tempo da aula e que, faz refletir: seria essa uma atribuição dos professores? Ou, a família está se eximindo da sua tarefa de educação primária?

Quanto a essa problemática, do uso do celular em sala de aula, decidir a permissão ou proibição do uso é uma atitude que deve ser tomada com base nas necessidades específicas da escola, dos alunos e dos educadores. Muitas escolas optam por implementar políticas equilibradas e de bom senso entre os envolvidos no processo, permitindo o uso de celulares para fins educacionais específicos, mas proibindo ou restringindo seu uso durante as aulas para evitar distrações. É importante envolver os educadores, os alunos e os pais na discussão e na elaboração de políticas que funcionem melhor para a comunidade escolar.

De acordo com Timbane, Axt e Alves (2015) Iniciativas pedagógicas individuais ou coletivas nas escolas direcionadas a este desafio podem oferecer uma forma de implementar práticas educativas que aproveitem a capacidade interativa dos

celulares, juntamente com a internet e as redes sociais, para fomentar o aprendizado dos conteúdos escolares e outros aspectos da formação educacional. Considerando a importância dos estudos sobre o uso de tecnologia na educação, um campo vasto e em constante evolução que pode ajudar a reduzir as desigualdades socioeconômicas e políticas em comunidades escolares, os pesquisadores defendem a necessidade de mais investigações sobre o emprego de dispositivos móveis nas escolas, como suporte pedagógico integrado a uma abordagem metodológica que guie tanto o uso quanto a reflexão sobre esse uso em contextos educacionais específicos.

Ramos (2016) enfatiza que o celular, em si, não representa um problema. Sua perspectiva é voltada para a importância de considerar os usos do dispositivo. Por exemplo, durante um debate em sala de aula, ela argumenta que o celular pode se tornar prejudicial se não contribuir para a integração dos alunos ou não estiver relacionado ao tema em discussão.

Martineli acredita que a aula não é construída apenas pelo professor, mas também pelos alunos. Se alguém se isola no celular, usando para coisas pessoais, é ruim para a dinâmica da aula. Para ela, é um desafio pensar como lidar com isso na sala de aula, é difícil encontrar uma solução. Ao mesmo tempo que deve haver liberdade, a discussão passa pelo respeito aos colegas e participação na discussão. (...) Para Martineli, o aluno tem de entender seu papel fundamental na fluidez da aula. O professor não pode ficar com o encargo de brigar pela atenção do aluno a qualquer custo. Deve existir uma troca de responsabilidades e deveres entre alunos e professores para garantir o andamento da aula. (...) A aula deve ser, nessa perspectiva, mais horizontalizada, e ao professor cabe dar um direcionamento às discussões. Perguntada sobre a inclusão das novas tecnologias à didática da aula, ela afirmou que essa pauta ainda é pouco discutida tanto pela academia quanto entre os próprios professores. Um dos problemas, para Martineli, é a ambiguidade do uso. Ao mesmo tempo que o aluno pode estar anotando a disciplina, ele pode estar fazendo outras coisas. A decisão não deveria passar por uma dinâmica de controle, de proibição, mas por uma consciência de uso cabível em determinados momentos (Ramos, 2016, p. 43).

Portanto, é fundamental promover a participação dos educadores, dos alunos e dos pais no diálogo e na formulação de políticas que atendam melhor às necessidades da comunidade escolar.

### **5.1.2 Características genéticas: pontos de partida para entender conceitos espontâneos e científicos**

A fim de fazer a introdução do conteúdo de genética, a professora solicitou a

cada aluno que compartilhasse com a turma seu nome juntamente com uma característica pessoal que considerasse importante. Cada aluno na observação 1, compartilhou as seguintes características:

Quadro 2 - Características coletadas na Observação 1.

Identificação do aluno	Definição da característica
A1	Gosta de escrever
A2	É simpática
A3	Gosta de engenharia mecânica
A4	Gosta de estudar
A5	Gosta de incomodar, personalidade forte
A6	Gosta de ler
A7	Gosta de lidar com animais
A8	Gosta de trocar a cor do cabelo
A9	Gosta de escutar música
A10	Gosta de andar a cavalo
A11	Gosta de andar a cavalo
A12	Quieta, observadora
A13	Gosta de futebol
A14	Gostar de ler.

Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

No decorrer dessa primeira atividade, a professora iniciou um diálogo fazendo os questionamentos abaixo:

**Professora** – *“Essas características que vocês têm a família de vocês tem também?”.*

*“- Será que essa característica é genética?”.*

*“- Vocês se acham parecidos com o pai ou com a mãe?”.*

*“- Será que essas características citadas são genéticas?” (Observação 1).*

A maioria dos estudantes disse que seriam características genéticas. Logo, a professora fez a seguinte pergunta: *“Alguém que tem habilidade para leitura, por exemplo, essa característica já vem no espermatozoide e no óvulo?”.*

A maioria dos alunos disse que não e a professora salientou que uma característica genética é aquela recebida através do DNA do espermatozoide e do óvulo. No decorrer do diálogo alguns estudantes comentaram semelhança com o pai, com a mãe ou com ambos. Evidenciando vocabulário presentes na construção de conhecimentos espontâneos os alunos disseram que suas características físicas foram puxadas dos pais.

A aluna A5 perguntou: *“É possível adquirir características sem ser filho biológico, apenas pela convivência?”* A aluna compartilhou sua experiência pessoal,

revelando que foi criada pelo padrasto e notou que eles têm características semelhantes. Ela destacou que compartilham as mesmas manias e muitas outras semelhanças.

A professora então explicou aos alunos que as características citadas por eles eram comportamentais e não genéticas, desafiando assim as concepções convencionais. E esclareceu que a genética estuda não apenas o que está determinado nas cadeias de DNA, mas também como essas informações se entrelaçam com o comportamento humano.

Complementado a aluna A12 (Observação 1) fez um comentário falando de um texto visto com outro professor sobre características de violência X genética. E mencionou que a professora explicou que cenas de violência presenciadas na infância ou situações de violência vividas ficam “guardadas na memória”.

O assunto abordado pelos alunos levou a uma discussão sobre epigenética, o campo que estuda como as experiências de vida podem afetar a expressão dos genes sem alterar o DNA em si. A epigenética explica que enquanto a genética determina certas predisposições, o ambiente e as experiências podem modificar a maneira como os genes são expressos.

Considerando necessário complementar a explicação a professora também explicou que, enquanto muitas características físicas e alguns aspectos de nossa personalidade são determinados geneticamente, muitos traços comportamentais e hábitos podem ser adquiridos ou influenciados pelo ambiente e pelas pessoas com quem convivemos. Isso demonstra como o ambiente social e as relações familiares podem moldar aspectos de nossa personalidade e comportamento, mesmo que não compartilhem laços genéticos, é o que afirma em sua pesquisa Fantappie (2013):

A epigenética é definida como modificações do genoma que são herdadas pelas próximas gerações, mas que não alteram a sequência do DNA. Por muitos anos, considerou-se que os genes eram os únicos responsáveis por passar as características biológicas de uma geração à outra. Entretanto, esse conceito tem mudado e hoje os cientistas sabem que variações não-genéticas (ou epigenéticas) adquiridas durante a vida de um organismo podem frequentemente serem passadas aos seus descendentes. A herança epigenética depende de pequenas mudanças químicas no DNA e em proteínas que envolvem o DNA. Existem evidências científicas mostrando que hábitos da vida e o ambiente social em que uma pessoa está inserida podem modificar o funcionamento de seus genes (Fantappie, 2013. p.01).

Este capítulo examinou a associação entre as características genéticas e os

conceitos que surgem espontaneamente na mente dos alunos em relação à hereditariedade. Ao considerar tanto as representações científicas quanto as concepções populares a professora procurou lançar luz sobre como o conhecimento científico pode dialogar com as concepções prévias elencadas pelos alunos.

Essa análise revelou não apenas a complexidade do fenômeno da hereditariedade, mas também a importância de reconhecer e compreender os conceitos prévios dos alunos ao abordar tópicos genéticos no ensino. Ao integrar essas perspectivas, abre-se espaço para uma educação mais contextualizada que promove não apenas a aquisição de conhecimento científico, mas também o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e crítica das questões genéticas que permeiam a sociedade.

### **5.1.3 As imagens como ferramentas-chave no estudo de genética**

Os estudos dos genes e da hereditariedade são muito complexos e contemplam as características da molécula de DNA, das mutações e transmissão dos traços de geração em geração entre muitos outros assuntos. A capacidade de visualizar e compreender os processos e fenômenos genéticos é de fundamental importância para os estudantes. Logo, o uso das imagens é uma ferramenta valiosa para comunicar descobertas e conceitos genéticos complexos de forma acessível, que foi o que ocorreu na Observação 1 quando a professora mostrou diferentes imagens: de famílias, de um bebê com uma fita de DNA e de um teste de paternidade e proporcionou discussões críticas acerca do assunto.

O caso da genética é notável devido à sua natureza como uma área do conhecimento científico que se baseia em modelos racionais não visuais. (Solha; Silva, 2004). Contudo, mesmo neste caso, o ensino é fortemente apoiado em recursos visuais. Professores e alunos colocam as imagens como importantes recursos pedagógicos para o ensino e a aprendizagem da genética em sala de aula. Essa perspectiva demonstra a dificuldade de abstração (dificuldades de aprendizagem associadas à natureza abstrata dos conceitos genéticos) e a necessidade de recursos sensoriais relativos à visão para representar essas estruturas ou fenômenos (Palacios; De Dios Jiménez, 2002).

Nesta aula a professora pediu que os alunos escrevessem frases a respeito do assunto e elencou como objetivo principal a criação de um material de estudo. As

frases escritas foram usadas como ponto de partida para os materiais de estudo das aulas subsequentes. Outros objetivos secundários com a escrita foram: participação ativa, pois esta atividade encoraja a participação dos alunos na aula já que sabiam que o material seria considerado pela professora. Outro objetivo foi o desenvolvimento da expressão escrita, pois praticar a escrita em situações formais com esta contribui para o aprimoramento da habilidade de expressão escrita dos alunos.

Na Observação 1 foram escritas diversas frases que foram utilizadas para desencadear os assuntos desenvolvidos ao longo da intervenção. Na Observação 2 foram elencadas as seguintes frases: “Cor dos olhos, cor da pele, cabelo, formato do rosto são características genéticas”. Na Observação 3: “O filho pode nascer com características diferentes dos pais.”. Na Observação 4: “Temos as características de nossos pais.”. Na Observação 5: “O DNA é formado por genes.”. Na Observação 6: “A genética carrega a história.” e “A genética traz a história”, pois ambas possuíam um sentido muito similar; na observação 7 - “Algumas características como a cor da pele não dependem só de características genéticas.”. Na Observação 8: “Nem todas as características puxamos aos pais.”. Na Observação 9: “O teste de paternidade é conferido pelo DNA.”. Na Observação 10: “As características genéticas são passadas entre as gerações”. Na Observação 11: “Os genes estão presentes em todos os seres vivos”.

Um dos desafios no ensino de Biologia é discutir temas que não são visíveis, perceptíveis facilmente. Um deles é a célula, pois embora sabe-se que os seres vivos são formados por elas, não são possíveis de serem observadas sem a utilização do microscópio, por exemplo. As ilustrações se tornam ferramentas fundamentais e assim (Observação 2), foi elaborado um desenho destacando as partes da célula. A linguagem visual é uma ferramenta metódica útil e objetiva, pois também é uma forma de síntese, eliminando informações redundantes. O desenho é uma interpretação dos fatos pelo observador, logo também pode ser um instrumento avaliativo a partir do nível de informação presente (Salgado *et al.*, 2015).

Observou-se que dois alunos (A5 e A10) realizavam as anotações no caderno, pois o desenho também é uma ferramenta de síntese e de maior percepção para algumas pessoas. O próprio desenho permite que outras interpretações possam ser utilizadas no aprendizado como percebeu-se quando uma das alunas (A8) comentou, após a professora perguntar sobre a parte central da célula e falar que era o núcleo, que lembrava desse “nome”. Certamente em outros conteúdos abordados em outras

disciplinas, outros desenhos remetiam a essa interpretação, como por exemplo o núcleo da terra, o núcleo de um átomo, que possuem representações gráficas semelhantes.

#### **5.1.4 A relevância dos conteúdos pré-requisitos na construção da base para o estudo de genética**

A construção do vocabulário genético bem como uma alfabetização científica inicia no Ensino Fundamental. O estudo da genética como parte do currículo escolar tem início durante o Ensino Fundamental, especificamente na disciplina de Ciências, quando são introduzidos conceitos sobre células. Nessa fase, já existe a oportunidade de abordar os princípios básicos da genética, uma vez que se discute o papel do material genético nas células. No entanto, ao longo de toda a educação básica, que abrange desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio, os estudantes são expostos a uma grande quantidade de conteúdos escolares. Desses conteúdos, eles só se recordarão de forma significativa daqueles que realmente têm importância para eles. Caso contrário, o estudo se torna uma busca pela aprovação nas séries seguintes, sem uma conexão pessoal com o conhecimento adquirido. (Pozo; Crespo, 2009).

A importância dos conteúdos pré-requisitos das disciplinas para a construção dos pensamentos espontâneos e científicos, conforme a perspectiva de Vigotski (2009), reside na base fundamental que esses conteúdos fornecem para o desenvolvimento do pensamento e da compreensão dos estudantes. O autor acreditava que o aprendizado não ocorre isoladamente, mas sim em um contexto social e cultural. Portanto, os conhecimentos prévios que os alunos trazem para a sala de aula desempenham um papel crucial na construção de novos conhecimentos.

Quando se trata de genética, por exemplo, ter um entendimento sólido dos conceitos básicos de biologia celular, hereditariedade e estrutura do DNA é essencial. Esses conhecimentos prévios fornecem uma base sólida sobre a qual os alunos podem construir conceitos mais complexos em genética. Sem essa base, o entendimento de tópicos genéticos mais avançados pode ser prejudicado.

Além disso, os conteúdos pré-requisitos ajudam a desenvolver o pensamento crítico e científico dos alunos. Eles aprendem a fazer conexões entre conceitos, a fazer perguntas, a formular hipóteses e a buscar evidências para apoiar suas ideias.

Essas habilidades são essenciais não apenas para a compreensão da genética, mas também para a participação ativa na resolução de problemas científicos em geral.

Portanto, os conteúdos pré-requisitos desempenham um papel fundamental na construção dos pensamentos espontâneos e científicos dos alunos, pois fornecem a base necessária para que eles possam se envolver de maneira significativa e crítica com os conceitos mais avançados em genética e outras disciplinas científicas.

A compreensão dos conteúdos pré-requisitos desempenha um papel fundamental no estudo de genética, esses estudos permeiam, por exemplo, a biologia celular e a molecular. O que pode ser justificado pela professora na Observação 2 ter iniciado a aula por uma abordagem em relação aos ácidos nucleicos e enfatizando que desde os seres vivos mais simples até os mais complexos são formados por DNA na sua constituição. No transcorrer da Observação 2 a professora fez o comentário a seguir: “Ela salientou a importância de tais conhecimentos para o Ensino Médio, pois é fundamental aprofundar a base científica de genética. Essas informações são fundamentais para estudos avançado nessa área bem como para compreender melhor os mecanismos fundamentais que regem a vida.” Ainda na Observação 2, a professora abordou um tema de relevância prática para ilustrar a importância da informação genética contida nos ácidos nucleicos. A professora falou da comum sensação de dor de garganta, que pode ter origem bacteriana ou viral e explicou que as bactérias, em particular, têm uma capacidade notável de se multiplicar rapidamente e durante esse processo de reprodução acelerada, a informação genética contida nas bactérias é transmitida as novas bactérias, perpetuando assim a capacidade de causar infecção.

Para facilitar a compreensão de genética a professora na Observação 2, falou sobre um dos conteúdos pré-requisitos importantes que são as estruturas celulares. Então a professora explicou as características celulares enfatizando umas das moléculas importantes para o entendimento de genética que é o DNA. Esses conteúdos foram abordados também na Observação 5, quando a professora fez a seguinte explicação:

**Professora** - *“Dentro do núcleo de cada uma de nossas células, como por exemplo, as células da pele, tem uma quantidade específica de cromossomos – são quarenta e seis ao todo. E é destes cromossomos que se desenrolam longas fitas de DNA onde estão os nossos genes. Estes genes determinam uma série de características fenotípicas, como pigmentação da pele, a textura e a cor do cabelo, a estatura, o formato do nariz, entre outras peculiaridades*

*que nos tornam únicos” (Observação 5).*

Prosseguindo com a mediação da construção do conhecimento com os alunos, na observação 5, a professora fez alguns questionamentos, como o exemplo a seguir:

**Professora** - *“As células do nosso organismo que não possuem quarenta e seis cromossomos são os gametas. Nas mulheres, essas células são os óvulos, e nos homens, os espermatozoides. E essas células tem quantos cromossomos?”*

**A9** - *“23”*.

**Professora** - *“Correto”*.

Logo após, a professora explicou que poderiam ocorrer variações do número de cromossomos dos gametas que resulta numa quantidade atípica de cromossomos, o que pode acarretar condições de saúde diversas. Historicamente, houve uma evolução do modo como abordamos e compreendemos a Síndrome de Down. Houve uma época em que não se discutia abertamente sobre o tema, e muitos de vocês talvez não lembrem dessas discussões no Ensino Fundamental. Com o passar do tempo e avanço dos estudos, principalmente na área da educação especial, começou o reconhecimento de indivíduos portadores de necessidades especiais. No entanto, recentemente voltou a ser usado o termo deficiência, refletindo uma contínua adaptação da linguagem e na compreensão em relação ao assunto. Complementando o assunto o aluno A5 fez um comentário dizendo que tem um primo com Síndrome de Down que já está no Ensino Fundamental, nas séries iniciais, e citou várias características comportamentais do mesmo.

A investigação sobre a relevância dos conteúdos pré-requisitos na construção da base para o estudo de genética proporcionou o entendimento de pontos valiosos sobre a complexidade e interconexão dos conhecimentos necessários para compreender esse campo científico. Ao longo deste capítulo, a explorou-se a importância de conceitos fundamentais em biologia como alicerce para o entendimento dos princípios conceituais genéticos.

Ao considerar a complexidade do tema e a diversidade de habilidades e conhecimentos necessários, torna-se evidente que uma abordagem integrada e contextualizada é essencial para o ensino eficaz da genética. Os conteúdos pré-requisitos desempenham um papel crucial na construção de uma base sólida para o estudo da genética.

### **5.1.5 DNA, cromossomos e genes: pré-requisitos essenciais para o conteúdo de genética**

O estudo da genética permite compreender o mundo biológico, a hereditariedade e explorar a base molecular da vida. No entanto, é fundamental estabelecer uma base-sólida compreendendo três elementos-chave: o DNA, os cromossomos e os genes. Esses são os pré-requisitos essenciais para uma compreensão profunda da genética.

A genética é uma disciplina fundamental no currículo do Ensino Médio, especialmente na disciplina de Biologia. No entanto, os baixos níveis de aprendizado nessa área podem ser atribuídos, em grande parte, a um modelo de ensino que ainda se baseia em métodos abstratos e distantes da realidade cotidiana dos alunos. Muitas vezes, os conteúdos são apresentados de forma fragmentada e desvinculada do contexto da vida diária dos estudantes. Por exemplo, ao ensinar sobre as ervilhas de Mendel, a abordagem histórica não faz sentido para os alunos, a menos que seja contextualizada para demonstrar a importância das ervilhas como um modelo experimental escolhido por Gregor Mendel (Bonadio; Paiva; Klautau-Guimarães, 2015).

Segundo Sarmieri e Justina (2004, apud Justina; Ferla, 2006), professores em formação inicial e contínua têm destacado a importância de desenvolver recursos didáticos que possam aprimorar o processo educacional. No contexto do uso de materiais didáticos que aperfeiçoam as dinâmicas de ensino e aprendizagem, esses recursos demonstram ser valiosos, com destaque para os modelos, como exemplos importantes.

Para Cavalcante e Silva (2008), os modelos didáticos permitem a experimentação, e conduzem os estudantes a relacionar teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais). Isto lhes fornecerá condições para a compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem.

Alguns conteúdos são complexos e abstratos e exigem maior dedicação no planejamento e execução do ensino e aprendizagem. A concepção de complexidade e abstração nos conteúdos que envolvem a Genética e Biologia Molecular é consenso

entre muitos autores (Justina; Ferla (2006); Joaquim, 2009; Miguel *et al.*, 2014), o que requer uma reflexão metodológica por parte do docente.

A fim de explorar esse conteúdo a professora utilizou material didático manipulável. A professora colocou em exibição na sala de aula (observação 4) diferentes modelos que representam a estrutura celular e o DNA. Essa exposição pode incluir representações visuais e tridimensionais de células, bem como materiais educacionais que mostram diferentes tipos de DNA como o DNA mitocondrial e o DNA bacteriano. O Objetivo desta atividade inicial foi permitir que os alunos visualizassem e entendessem melhor a organização e as características dessas estruturas celulares e moléculas de DNA. Os alunos chegaram e começaram a manipular os materiais (maquetes de células animais e vegetais, organelas celulares, alguns tipos de vírus, fitas de DNA e RNA e cromossomos).

**A9** – “É um DNA?”

**Professora** – “Exatamente”.

**A4** – “O que é isso?”.

**A9** – “Essa é uma célula de planta”.

**Professora** – “Perfeito. E como tu identificou?”

**A9** – “Por essa parte aqui, a parede celular”.

**Professora** – “Correto!”

**A9** – “Isso deve ser um núcleo e deve ter uma mitocôndria por aqui”.

**Professora** – “Estão no caminho certo, tem núcleo, tem mitocôndria e é uma célula animal. E tem outra mitocôndria separada aqui ó”.

**A8** – “Sora o que é isso?”

**Professora** – “É um DNA” (Observação 4).

O diálogo acima demonstra a importância da mediação da professora para que os alunos explorassem os materiais didáticos e tivessem curiosidade para saber mais em relação aos mesmos.

Em aula anterior (observação 3) foram exploradas uma série de estruturas que estão ligadas a conceitos teóricos que, por si só, podem parecer abstratos. É por isso que a visualização, a utilização de imagens e a incorporação do concreto e manipulável desempenham um papel crucial na compreensão da Biologia. Durante o manuseio dos moldes aconteceu o seguinte diálogo:

**Professor** – “Quem falou dessa aqui?”

**A9** – “Eu”.

**Professora** – “Essa aqui é uma célula vegetal e por que é uma célula vegetal?”

**A9** – “Porque tem formato quadrado ou retangular, tem parede celular” (Observação 4).

O diálogo acima revela que através dos materiais didáticos manipuláveis ocorre um entrosamento maior entre a professora e os alunos, o que facilita a exploração do conteúdo.

Os modelos didáticos manipuláveis permitem visualizar e compreender de forma mais concreta os conteúdos tão importantes para a construção dos conceitos científicos.

Existe uma tendência promissora nos últimos anos, de acordo com Duso *et al.* (2013), em desenvolver para o ensino de Ciências atividades que já são aplicadas tradicionalmente nas disciplinas de física e matemática, envolvendo a modelização como um tipo de alternativa que conduza a uma maior reflexão, debate e participação ativa dos estudantes, durante o processo de aprendizagem. As atividades de modelização desenvolvidas em química e biologia apontam em sua maior parte para a construção de modelos representacionais.

Nesse contexto enfatizei que era muito importante que eles entendessem a molécula de DNA. E partindo da necessidade de um maior entendimento sobre o assunto a professora explicou que cada ser vivo tem o seu DNA, o seu código genético e citou como exemplo que o DNA de uma bergamoteira é diferente do DNA de um pessegueiro. No decorrer do diálogo foram mostrados outros moldes, como de bactérias e de vírus (observação 4). Mostrando um molde específico de vírus, a professora perguntou aos alunos se os mesmos conheciam o referido molde e os alunos A4, A5, A10 e A11 disseram se tratar do Coronavírus. Prosseguindo os questionamentos o aluno A10 entrevistou:

**A10** – “O DNA tem todas as nossas informações?”.

**Professora** – “Exatamente! O DNA que recebe o nome de ácido desoxirribonucleico) é uma molécula que carrega todas as informações genéticas de um organismo. Ele é como um código, que determina nossas características físicas e até algumas predisposições para certas doenças” (Observação 4).

Observando os moldes de DNA (observação 4) o aluno A1 perguntou “E essa escadinha do DNA tá onde?”. Diante da curiosidade do aluno, a professora explicou para toda turma, manipulando os moldes, que o DNA está no cromossomo que fica situado dentro das células e que nas “escadas” da molécula as cores diferentes representam as bases nitrogenadas que formam o código genético.

Contribuindo com o assunto a aluna A5 perguntou “E os genes, sora?” E novamente utilizando os moldes a professora explicou que para representar os genes tinham “bolinhas” na estrutura da escada de DNA, identificando onde estariam localizados os genes responsáveis por determinada característica.

O aluno A10 (Observação 4) observando os materiais didáticos manipuláveis, perguntou: “*Como os cientistas conseguem descobrir quais genes estão envolvidos em determinadas características?*” À vista do exposto a professora explicou que os cientistas utilizam diferentes técnicas como sequenciamento de DNA, para identificar os genes envolvidos em determinadas características. Aproveitando que os alunos estavam motivados pelo assunto a professora comentou que as pesquisas são fundamentais para o avanço no conhecimento da genética e suas aplicações no desenvolvimento de terapias e tratamentos mais personalizados. A genética tem um papel fundamental também na área da saúde, na medicina, e ajuda a entender doenças genéticas, desenvolver terapias mais eficientes e até mesmo prever predisposições genéticas para algumas enfermidades. É um campo de estudo muito promissor e que continua evoluindo constantemente.

Nesse contexto (observação 4) e aproveitando o engajamento dos alunos na temática a professora explicou que o DNA é uma substância presente em todas as células do nosso corpo e que contém todas as informações genéticas necessárias para o funcionamento correto do organismo. Ele funciona como um manual de instruções, onde estão escritas todas as características que herdamos de nossos pais, como cor dos olhos, tipo sanguíneo, altura, entre outras.

Ainda prosseguindo com características gerais em relação a genética a professora abordou o assunto sobre gestação de gêmeos (observação 1), esclarecendo que é plenamente possível que irmãos gêmeos apresentem diferenças significativas entre si. Para aprofundar o entendimento, foi explicado que essas diferenças são devidas ao fato de que os gêmeos fraternos ou dizigóticos são concebidos a partir de óvulos e espermatozoides diferentes, conduzindo à formação de embriões geneticamente distintos. Com contribuições sobre o assunto a aluna A12 disse: “Os gêmeos podem ser de placentas diferentes ou da mesma placenta.” Esses relatos dos alunos demonstram o quanto eles se tornam interessados e participativos se o tema da aula vai ao encontro de suas preferências de estudo ou expectativas futuras.

A investigação sobre os pré-requisitos essenciais para o estudo de genética,

abordando temas como DNA, cromossomos e genes, revela a importância desses fundamentos na compreensão dos princípios genéticos. Este capítulo explorou a complexidade desses conceitos fundamentais e sua relevância como base para o entendimento da genética.

### **5.1.6 A genética e seu papel fundamental: conceitos, características e leis de Mendel**

A compreensão acerca do conteúdo de genética está no centro do objetivo deste trabalho. Por esta razão o referido assunto foi amplamente debatido durante as aulas.

Desta forma, a professora trabalhou com os alunos (observação 3), inicialmente abordando o conceito de genética. Para que os mesmos compreendessem a explicação foi necessário recordar outros conceitos anteriormente estudados. Dando continuidade à aula os alunos perguntaram o que estuda a genética e a professora explicou dizendo que estuda a informação genética contida nos genes, que são as unidades básicas da hereditariedade. Ela explicou também que os genes estão localizados nos cromossomos, presentes no núcleo das células.

A fim de explicar o conteúdo de genética (observação 3) a professora usou como ferramenta pedagógica os mapas mentais, pois são muito úteis na organização do conhecimento. Segundo Buzan (2019), permitem organizar as ideias através de um tema central e partir dele criar ramificações com temas secundários, somando as funções dos lados esquerdo (lógica) e direito (criatividade) do cérebro. Iniciando o processo de aprendizado o aluno A10 perguntou: “*Sora então genética é?*” Imediatamente a professora disse: “*Ótima pergunta!*” A genética estuda a informação genética contida nos genes, que são as unidades básicas da hereditariedade tá? Os genes estão localizados nos cromossomos, presentes no núcleo das nossas células. Imediatamente, surgiram diálogos com outros alunos.

**A14** – “*E na real sora como esses genes são transmitidos?*”.

**Professora** – “*Assim... a transmissão dos genes ocorre através da reprodução, tanto sexuada quanto assexuada. Na reprodução sexuada, os gametas tipo espermatozoide e óvulo, se unem e formam um novo ser com características de ambos os pais. Cada gene está relacionado a uma determinada característica, como cor dos olhos, tipo de cabelo, ou até mesmo predisposição a certas doenças*”.

**Professora** – “*Alguém lê o que são genes alelos?*”.

**A1** – “*É...diz assim né. Formas alternativas de um mesmo gene que ocupam*

o mesmo *locus* nos cromossomos homólogos”.

(...)

**A14** – “Características observáveis em um indivíduo, formadas pela interação do genótipo com o meio ambiente”

**Professora** – “Fenótipo é a manifestação das características observáveis de um organismo, como cor dos olhos, altura, tipo sanguíneo, entre outros. Ele é determinado pela interação entre os alelos presentes nos genes e também pode ser influenciado pelo ambiente. A genética está presente em várias situações cotidianas. Alguém tem algum exemplo?”.

**A10** – “Sora como tu já disse um exemplo comum é a cor dos olhos, claros ou escuros”.

**Professora** – “A cor dos olhos está relacionada às características genéticas como a quantidade e tipo de pigmento. Essa herança genética é passada dos pais para os filhos”.

**A9** – “E altura, sora? Eu tenho notado que existem pessoas altas e outras mais baixas e são parentes”.

**Professora** – “Exatamente, a altura é influenciada por uma combinação de genes. Geralmente, a altura média de uma pessoa é determinada pela média de altura dos pais, mas outros fatores como nutrição e saúde também podem influenciar no crescimento” (Observação 3).

A fim de exemplificar o conceito de fenótipo a professora usou como exemplo a aluna A8 que gosta de mudar a cor do cabelo e perguntou se essa mudança passaria para os filhos. Os alunos responderam que não e a professora complementou a afirmativa explicando que essas características adquiridas pelo ambiente não passam aos descendentes somente as características que estão no DNA.

No decorrer das explicações (observação 3) a professora fazia constantes questionamentos aos alunos, procurando saber se eles haviam compreendido o que foi explicado. Então, quando questionados sobre alguma possível dúvida, os alunos afirmaram que estavam assimilando o exposto. Ao trabalhar o conteúdo, a professora também tinha a preocupação de associar os conceitos a exemplos do dia a dia.

**Professora** – “Uma característica genética que talvez vocês nem tenham prestado atenção é a capacidade de enrolar a língua. (...) Essa habilidade é determinada por um gene específico e pode variar de pessoa para pessoa. Eu por exemplo não consigo enrolar a língua”.

**A5** – “Eu consigo, eu consigo. Mas lá em casa não sei”.

**A11** – “Eu consigo também”.

**Professora** – “Tem também a função de grupo sanguíneo. O tipo sanguíneo é determinado por antígenos presentes na superfície dos glóbulos vermelhos. Existem diferentes formas de grupos sanguíneos, como A, B, AB e O” (observação 3).

A aluna A5 (observação 3) complementou dizendo: “Lá na granja onde eu estudo a gente fala também sobre a genética de plantas.” Diante da colocação da aluna conversei com a classe a respeito do assunto salientando que a genética das plantas tem um papel importante na agricultura, permitindo o desenvolvimento de

variedades de plantas mais resistentes a doenças, com maior produção de alimentos e adaptadas às condições climáticas. A professora falou também da importância da genética como conhecimento geral e também para aqueles alunos que seguirão estudando na área das ciências da natureza.

No decorrer da explicação (observação 3) a aluna A1 perguntou: “Professora acho que eu estou confundindo a diferença entre um gene dominante e um gene recessivo. Pode me explicar novamente? Após o questionamento a professora explicou os conceitos e citou vários exemplos a fim de que os alunos compreendessem o conteúdo abordado.

Nesse contexto (observação 6) a professora salientou umas das frases que nortearam as aulas que foi “A genética carrega a história”, explicando que traz as características da família. Prosseguindo a explicação a professora perguntou aos alunos se eles sabiam quem foi o cientista que estudou e pesquisou sobre genética pela primeira vez. Alguns alunos acenaram com a cabeça que sim. A professora então fez uma breve explicação sobre Mendel e a importância desse cientista para a genética.

**Professora** – *“Alguém já ouviu falar de Gregor Mendel ou tem alguma ideia de quem ele foi?”*.

**A5** – *“Eu acho que ouvi esse nome antes, mas não tenho certeza”*.

**Professora** – *“Gregor Mendel foi um monge e botânico que estudou a herança de características em ervilhas. Suas experiências com ervilhas nos ajudaram a entender muitos assunto de genética. Agora, por que isso é importante para nós?”*.

**A10** – *“Genes, né?”*.

**Professora** – *“Exatamente! A genética é a ciência que explora como os genes, que são segmentos do DNA, determinam nossas características”*.

**A5** – *“Por que ele escolheu estudar ervilhas?”*.

**Professora** – *“Mendel escolheu as ervilhas porque elas têm características bem definidas e fáceis de observar, como a cor das flores e a forma das sementes. As leis de Mendel são a base da genética moderna. Elas nos ajudam a entender como as características são transmitidas de uma geração para outra, e isso é importante em muitos campos, como medicina, agricultura e biologia”* (observação 6).

Aproveitando o interesse dos alunos (observação 6) em relação ao assunto, a professora explanou que a história de Mendel destaca como o tempo dedicado à pesquisa e a busca pelo conhecimento podem levar a descobertas significativas. E a fim de associar conceitos gerais de genética com as leis de Mendel foi desencadeado o diálogo abaixo:

**Professora** – *“Bom, então ahm tem uma palavra que quem estuda a parte de biologia, quem estuda um curso técnico de repente ouviu falar alguma coisa, que é a palavra híbrido. O que que é um ser vivo híbrido?”.*

**A12** – *“Cruzamento entre espécies diferentes”.*

**A14** – *“Óooo A12”.*

**A12** – *“Eu gosto de estudar Biologia porque vou precisar em fisioterapia”.*

**Professora** – *“Exatamente usado para descrever a prole resultante do cruzamento entre dois indivíduos de diferentes variedades ou espécies. Os híbridos geralmente herdaram características de ambos os pais, e essas características podem ser resultado da combinação de alelos diferentes. O híbrido a gente vai falar depois novamente, vocês já têm isso naquele mapa mental. Então depois disso aqui existiu o que nós chamamos de as Leis de Mendel” (observação 6).*

Partindo então das discussões acima a professora explicou o que descrevia a primeira lei de Mendel. E perguntou aos alunos o que eram caracteres hereditários e a aluna A5 respondeu: *“são as características que são passadas dos pais para os filhos, como a cor dos olhos ou do cabelo”.*

No decorrer das explicações os alunos foram participando da aula fazendo várias perguntas, como aconteceu na observação 5 quando a aluna A1 entrevistou dizendo *“Então quer dizer que os meus pais têm olhos castanhos e por isso eu tenho. E eu poderia ter olhos azuis?”* A partir dessa indagação a professora disse que as células reprodutoras masculinas e femininas interagem, podendo gerar diferentes combinações de genes que irão determinar os caracteres dos indivíduos que serão visíveis ou não. Partindo de toda discussão ocorrida em aula o aluno A10 então afirmou *“Ah, então é por isso que existem filhos que são bem diferentes dos pais”.*

Esta subcategoria desempenhou um papel central no contexto deste trabalho, destacando a importância da compreensão dos fundamentos da genética para a construção de um conhecimento sólido e abrangente nesta área. Ao longo deste estudo, a professora explorou de forma minuciosa os conceitos, características e leis de Mendel, reconhecendo sua relevância na compreensão dos mecanismos subjacentes à hereditariedade e à variação genética.

Através de discussões e análises detalhadas realizadas durante as aulas, foi possível aprofundar o entendimento sobre os princípios básicos da genética, desde a estrutura e função do DNA até as leis fundamentais da herança genética formuladas por Mendel. Ao enfatizar a importância destes tópicos a professora proporcionou um espaço para reflexão e debate, buscamos fortalecer a base de conhecimento dos estudantes e promover uma compreensão mais ampla e crítica da genética.

Neste sentido, a subcategoria em questão representou um ponto crucial na

investigação, destacando a importância da genética como campo de estudo e sua relevância para a compreensão da vida em suas mais diversas formas e manifestações.

### **5.1.7 Genética no Cotidiano: a influência dos genes na vida diária**

A fim de desenvolver essa temática (observação 8), a professora usou uma das frases escritas pelos alunos em observação anterior (observação 1) “*Nem todas as características puxamos aos pais*”. Nessa aula foram discutidos assuntos como saúde e predisposições genéticas, como a genética está ligada a nutrição e estilo de vida.

No decorrer dessa aula foram abordados diferentes assuntos, dentre eles os transgênicos. E para incentivar a participação dos alunos a professora perguntou se os alunos já haviam consumido produtos transgênicos. O aluno A10 disse que não sabia e após vários alunos também falaram que não sabiam e outros disseram que nunca tinham pensado sobre o assunto. A professora observou que os alunos tinham muitas dúvidas em relação ao assunto então logo explicou o que eram produtos transgênicos e citou vários exemplos a fim de que os alunos compreendessem a importância dos mesmos no mercado. De acordo com a temática em questão Casagrande (2006, p.19) explica que:

Assuntos relacionados à genética estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Hoje em dia é comum o consumo de vários alimentos transgênicos e notícias sobre terapia gênica, decifração de genomas e clonagem estão frequentemente na mídia, gerando controvérsias e debates acalorados. Para que a população possa entender o grande espectro de aplicações e implicações da genética aplicada ela precisa de conhecimentos básicos que devem ser adquiridos na escola.

Estudos para investigar os efeitos da utilização de produtos transgênicos em indivíduos e no meio ambiente continuam em desenvolvimento. A fim de permitir que o consumidor faça escolhas informadas sobre se deve ou não consumir esses produtos e para que ele possa participar de debates relacionados, é essencial que ele possua conhecimentos básicos de genética e uma compreensão precisa do conceito de organismos geneticamente modificados.

As mais recentes descobertas no campo da genética transcendem o âmbito acadêmico e têm implicações que abrangem toda a sociedade. Existe a Lei da Biossegurança (Lei no 11.105, de 24 de março de 2005), que regula o cultivo e a

comercialização de produtos geneticamente modificados e permite a pesquisa com células-tronco humanas. A sociedade está testemunhando a agitação gerada por essas descobertas inovadoras e precisa tomar posição em relação a esses acontecimentos.

#### Segundo Casagrande o ensino de Genética:

(...) deve promover nos alunos o desenvolvimento das habilidades de tomar decisões, reconhecer alternativas, aplicar informações e selecionar opções relativas à saúde em nível comunitário e pessoal; os estudantes devem ser preparados para utilizar os conceitos da área para entender e opinar em relação a aspectos sociais e éticos desse campo de conhecimento. Além disso, o estudo da genética pode ajudar na compreensão das diferenças individuais, isso pode ensinar a entender e aceitar a diversidade, reconhecendo-a como regra e não como exceção (Casagrande, 2006, p.39).

Nesse sentido, a escola, atuando como agente de mudança na sociedade tem a capacidade e a obrigação de se tornar um elo significativo para que os alunos compreendam os assuntos relacionados a genética. Portanto, tanto a escolha dos tópicos abordados em sala de aula quanto a maneira como são ensinados devem estar focados na promoção da capacidade crítica e consciente dos alunos como menciona Scheid:

Frente a grande complexidade e rapidez com que novas descobertas surgem na ciência contemporânea, é importante ressaltar que, no entanto, o objetivo do ensino de ciências não é formar verdadeiros cientistas, mas formar pessoas que pensem sobre as coisas do mundo, considerando as informações disponíveis de forma direta ou indireta. Assim, serão capazes de exercer sua cidadania, enfrentando problemas reais e procurando soluções para eles. Desse modo, os alunos precisam estar 'alfabetizados cientificamente', ou seja, saber como é produzido o conhecimento científico, e quais as formas de apreendê-lo e aplicá-lo no seu cotidiano (Scheid, 2001, p. 28 -29).

Com o transcorrer da aula (observação 8) outros questionamentos foram surgindo.

**A8** - *“A minha mãe, meu pai e a minha irmã tem diabetes e eu não tenho. Então se eu não cuidar da minha alimentação eu vou ter também?”.*

**Professora** – “Tens mais chances de ter”.

**A12** – “Geralmente a genética passa para os filhos, mas a minha mãe pode ter e eu ter “sorte” de não ter, mas também tem essa questão da alimentação e dos exercícios físicos”.

O diálogo acima reaproxima a ideia de conceitos espontâneos e científicos a medida que a aluna A12 justifica na sua fala dizendo ter “*sorte*” de não ter a referida

doença. A aluna está revelando uma perspectiva espontânea, baseada em crenças comuns, usando termos como “sorte” para explicar eventos em sua vida. Porém, no decorrer de sua fala já evidencia apropriação de conhecimentos científicos pois menciona que a doença em questão depende também da alimentação e dos exercícios físicos.

Neste sentido Vigotski (2009) destacou a importância dos conceitos espontâneos como um estágio inicial no desenvolvimento do pensamento infantil. Esses conceitos são formados a partir das experiências diretas da criança com o mundo e refletem sua compreensão intuitiva e imediata das coisas. Esses conceitos são, em grande parte, influenciados pelo ambiente social e cultural em que a criança está inserida, como se pode observar no trecho abaixo:

A relação dos conceitos científicos com a experiência pessoal da criança é diferente da relação os conceitos espontâneos. Eles surgem e se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança. As motivações internas, que levam a criança a formar conceitos científicos, também são inteiramente distintas daquelas que levam o pensamento infantil à formação de conceitos espontâneos (Vigotski, 2009, p.263).

À medida que a criança se desenvolve cognitivamente, ela começa a adquirir conceitos científicos, que são mais elaborados e abstratos. Esses conceitos são moldados pela aprendizagem formal, pela educação e pela exposição a conceitos científicos mais complexos.

O trabalho de Vigotski (2009) enfatiza a importância da educação formal e do ambiente social na promoção do desenvolvimento cognitivo das crianças, à medida que elas avançam dos conceitos espontâneos para os conceitos científicos. Ele argumentava que a instrução e a interação social desempenham um papel fundamental na formação dos conceitos científicos das crianças.

Foi possível observar muitas dúvidas dos alunos na relação entre a saúde e a genética, pois é um tópico complexo e instigante. A genética desempenha um papel significativo na nossa saúde e bem-estar, e compreender essa relação pode ser desafiador.

A professora incentivou os alunos a participarem da aula (observação 8) citando exemplos do dia a dia que eles considerassem que seriam associados a fatores genéticos. A aluna A8 então disse:

**A8** – “Professora eu tenho pressão alta”.

**Professora** – “Tu tomas remédio?”.

**A8** – “Sim e quando eu tô muito estressada ou e muito cansada, hoje, por exemplo, de serviço, a pressão começou a subir e eu comecei a perceber porque eu vomitei quatro vezes. E aí quando eu fui coisar (sic) vi que a pressão tava alta”.

**Professora** – “Mas tu não podes deixar. Tem que verificar. Estavas trabalhando a hora que sentiu isso?”.

**A8** – “É, eu já eu pego às 11h e vou até às 5h. Tá, mas aí mediram a minha pressão e tava alta e eu segui vomitando”.

(...)

**A8** – “Eu também quinta-feira tomei dois remédios da pressão e continuei ruim” (observação 8).

A professora explicou que além do fator genético que pode ser determinante em muitas doenças, há grande chance de reduzir as probabilidades pelo estilo de vida, citando como exemplo a “pressão alta” que se associa diretamente ao estilo de vida, de alimentação, da prática de exercício físico.

Durante o diálogo mediado pela professora (observação 8) surgiu também uma discussão sobre o câncer de mama e a possível mastectomia total ou parcial das mamas.

**Professora** – “Teve uma atriz que tirou os dois seios, o que se chama de mastectomia dupla, porque na família dela tinha a probabilidade de ter câncer de mama. E aí esse gene foi diagnosticado. Ela tinha esse gene no corpo. Ela já retirou as duas mamas em função do diagnóstico. Foi baseado em um teste genético que identificou que ela tinha uma mutação em um gene, associado a um risco significativamente aumentado de câncer de mama e câncer de ovário. Isso é um é uma prática extremamente rara de ser feita, chegar a esse extremo, mas acontece”.

**A8** – “Mas ela poderia tirar se tivesse com câncer”.

**Professora** – “Só que depois de estar com câncer seria muito mais complicado”.

**A14** – “Tem gente que tem desconforto e tira”.

(...)

**Professora** – “A atriz optou por causa do câncer”.

**A5** – “Eu vou tirar um pouco porque eu ando curvada pra frente”.

**A8** – “A senhora viu aquela novela que teve na Globo? Aquela que a guria não gostava do corpo dela e aí tirou as tetas e andava sem camisa”.

**Professora** – “Aí ela começou eu acho a fazer tratamento com hormônios”.

**A12** – “Daí ela fez mudança de sexo. Mas aí quando tu vai num médico e quer isso tu é direto encaminhada para um psicólogo pra ti poder fazer toda essa mudança”.

**Professora** – “Essa função de tirar o seio também tem toda uma questão hormonal, tem que ter uma avaliação psicológica, tem que ter uma avaliação com o médico porque o nosso corpo é formado por glândulas que produzem hormônios” (observação 8).

Ao continuar abordando o assunto da genética no dia a dia (observação 8) a

professora destacou que outro exemplo seria a engenharia genética na produção de insulina.

**A8** – “A minha mãe coloca, meu pai também”.

**Professora** – “Para que serve a insulina?”.

**A8** – “Controlar o açúcar”.

**Professora** - “Qual é o órgão do nosso corpo que produz insulina?”.

**A9** – “Pâncreas.”

**Professora** – “Se nós tivermos que comprar a insulina. Como é que ela é fabricada?”.

**A9** – “De porco, professora”.

**Professora** – “Com a tecnologia do DNA é possível obter organismos com características novas para produção de insulina. Então quer dizer, hoje em dia graças ao sequenciamento do DNA ah existem bactérias que produzem insulina. E aí conseguem produzir em grande escala. Por quê? Porque as bactérias se multiplicam muito rápido”.

**A11** – “Como era produzida através do porco?”.

**A9** – “Antigamente se ahm conseguia através do pâncreas de suínos. E também através da retirada da insulina de cadáveres”.

**A8** – “Ai que nojo”.

(...)

**A12** – “Era o jeito que tinha, tá? Ou retirava de cadáver ou e através de porcos” (observação 8).

Observando o interesse dos alunos na aula (observação 9), a professora prosseguiu a aula com a transmissão de um vídeo que abordava a importância do teste do pezinho. E imediatamente os alunos teceram comentários, que serão exemplificados abaixo.

**Professora** – “O que que é o teste do pezinho?”.

**A5** – “Leva o bebê pra ver o que que ele tem”.

**Professora** – “Mas por que é no pé? Mas por que não é o teste da mão, do dedo, fica no pé. Nunca tiveram curiosidade de saber disso?”.

**A12** – “A mãe não deixou fazer o teste do pezinho quando nós nascemos. Ela não quis fazer porque machuca” (Observação 9).

A professora então esclareceu que o teste do pezinho é realizado nos pés dos recém-nascidos porque é mais fácil de extrair sangue dessa região. A escolha do pé se deve à dificuldade e ao risco associados à coleta de sangue das veias de um bebê, cujos vasos sanguíneos são extremamente finos e frágeis. A professora enfatizou a importância desse exame na detecção precoce de problemas de saúde em bebês.

A professora destacou os avanços da saúde pública nos últimos anos, mencionado que, enquanto no passado o teste do pezinho detectava apenas algumas doenças, hoje ele é capaz de identificar um número maior de condições. Os alunos foram questionados quanto a outros assuntos como a anemia.

**Professora** – “Não sei se vocês já ouviram falar de anemia falciforme. Já ouviram falar desse tipo de anemia?”.

**A9** – “Já.”

**Professora** – “E a anemia mais comum, a anemia ferropativa. Qual a causa?”.

**A12** – “Ferro” (Observação 9).

A professora prosseguiu explicando que o ferro é um componente crucial para a produção de hemoglobina e explicando demais características dessa condição de saúde. Nesse momento retomou a importância do teste do pezinho para o diagnóstico precoce de doenças genéticas, como a anemia falciforme.

Procurei enfatizar a importância da genética como ramo de pesquisa na área da saúde bem como a importância de exames preventivos, como o teste do pezinho a fim de que os estudantes percebessem o impacto da genética no cotidiano das famílias.

Ainda com o intuito de fornecer informações sobre saúde e genética aos alunos (observação 10), a professora mostrou parte de uma entrevista que falava sobre o processo de renovação constante de células sanguíneas e sua relação com o processo de doação sanguínea e os alunos participaram da aula com observações e dúvidas a respeito do assunto os quais a professora explicou e observou o entendimento dos alunos.

Outro assunto relevante (observação 1) e que havia sido mencionado em algumas aulas foi sobre a fertilização in vitro no Brasil que é uma técnica de reprodução assistida que pode ajudar casais com dificuldade para conceber um filho. Diante dos diversos questionamentos feitos pelos alunos a professora esclareceu que no Brasil, as leis que regulamentam essa prática podem mudar de estado para estado e pode mudar ao longo dos tempos.

Posteriormente (observação 8) a professora explicou características do processo e o aluno A10 perguntou se poderia ser feito com animais também. Sanando a dúvida do aluno foi explicado que essa técnica de fertilização pode ser feita tanto em humanos como animais.

A aluna A11 fez a seguinte pergunta: “*E aquela função da barriga de aluguel?*” A professora explicou que poderia acontecer no Brasil essa prática de ceder temporariamente o útero, porém seria necessário procurar médicos e clínicas especializadas nesse tipo de procedimento. A professora então fez uma discussão

relativa à legalidade dessa técnica reprodutiva.

No decorrer da explicação a aluna A6 citou exemplos de pessoas que a mídia citou que teriam utilizado a técnica de “barriga solidária”.

### **5.1.8 Curiosidades dos alunos como processo de aprendizagem**

O aluno A9 (observação 1) perguntou para a professora qual seria o grau de seus óculos. Imediatamente a professora percebeu que seria um momento oportuno para explorar um conceito genético relevante.

A professora aproveitou a ocasião para explicar que a miopia, condição que geralmente requer o uso de óculos para correção visual, pode ser uma característica influenciada por fatores genéticos. Este exemplo prático em sala de aula serve para ilustrar como os traços genéticos podem se manifestar em características físicas cotidianas, como a necessidade de correção óptica, e como a genética está intrinsecamente ligada a nossa vida cotidiana.

Evidenciando uma curiosidade em relação a genética o aluno A10 perguntou em relação a calvície em homens e também demonstrou interesse em saber mais sobre cabelos brancos.

A pergunta do aluno abordou dois temas interessantes relacionados à genética e a fisiologia humana: a calvície (ou alopecia) e o embranquecimento dos cabelos. A professora aproveitou a pergunta do aluno e explicou que a calvície, especialmente em homens, é frequentemente influenciada por fatores genéticos. É conhecida como alopecia androgenética e geralmente é um fator hereditário e que pode ser transmitido tanto pelo lado materno como paterno.

E a questão do embranquecimento do cabelo que é associado ao envelhecimento, pode ser influenciado por fatores genéticos. Com o tempo as células que produzem o pigmento chamado melanócito nos folículos capilares perdem sua atividade, resultando em cabelos brancos ou grisalhos. Essas curiosidades dos alunos são exemplos práticos de como a genética influencia aspectos visíveis de nossa fisiologia. Ao final das explicações a professora constatou que a forma de abordagem dos assuntos estava indo ao encontro da aprendizagem dos alunos.

### **5.1.9 Construindo o conhecimento genético: ferramentas pedagógicas que permearam as relações entre os conhecimentos espontâneos e científicos**

Uma das ferramentas pedagógicas utilizadas para explicar os conteúdos (observação 3) foi um mapa mental. Segundo Buzan (2019) em seu livro intitulado “Dominando a técnica de mapas mentais: o guia completo de aprendizado e uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana”, mapa mental é diagrama que imita a estrutura de um neurônio, com ramificações que saem do centro e evoluem a partir de associações. Usa-se uma imagem central que resume o tema e as ramificações remetem a ideias secundárias, utilizando de cores diferentes para compreender melhor as diferentes informações (Santos, 2023).

A professora perguntou aos alunos se sabiam o que era um mapa mental e a aluna A10 disse: “*É através de palavras, imagens por aí né?*” Aproveitando o que ela aluna explicou a professora disse que os mapas mentais ajudam a fazer conexões entre os diferentes conceitos e a organizar as informações de forma clara e compreensível. Para isso, segundo Buzan (2019), a pessoa usa os dois hemisférios do cérebro para a produção do mapa, sendo o esquerdo para a lógica e o direito para a criatividade. Dessa forma, a criação do mapa mental funciona também como um exercício de aprendizagem, pois é necessário identificar as informações principais e como elas se conectam para a formação do todo, que será representado no mapa mental.

A professora procedeu explicando aos alunos a maneira de construir um mapa mental e reafirmando a explicação (observação 3) a aluna A5 disse: “*Hummm, então, por exemplo, poderíamos ter o DNA como um dos tópicos relacionados à genética?*” A fim de ficar mais precisa a explicação a professor desenhou um círculo central e escreveu “genética” dentro dele. A partir daí, adicionou ramificações para representar os principais tópicos que seriam abordados. Após os alunos mostrarem compreensão sobre mapas mentais a professora entregou aos alunos um modelo pronto e explicou o conteúdo através deste.

No decorrer da intervenção diversas vezes, como na observação 10, a professora voltou a mencionar o mapa mental fazendo uma retomada do conteúdo já abordado: “*Lembram que nós falamos desse assunto? P, G e F1. Lembram pelo menos desses nomes?*”.

Após as explicações de características gerais e conceitos de genética (observação 5), a professora usou um jogo denominado “Show de genética” como ferramenta pedagógica para questionar os alunos quanto ao conteúdo estudado e promover uma participação efetiva dos alunos no processo de aprendizagem. Os

jogos de aprendizagem, segundo Zaluski e Oliveira (2018), é uma importante ferramenta relacionado à metodologia ativa de aprendizagem, pois envolve motivação para o desenvolvimento de aprendizagem, envolve desafio que coloca o conhecimento como um elemento fundamental do jogo. Essa dinâmica já era utilizada no século VII com jogos de guerra aplicados na formação de militares. A dinâmica proporcionada contribui para as relações sociais e a autonomia no processo de aprendizagem, pois o aluno precisa tomar decisões, defender seu posicionamento, relacionando com a pedagogia da autonomia de Paulo Freire (Menezes, 2013).

A professora inicialmente fez uma retomada de conceitos gerais e após procedeu com o jogo interativo composto por perguntas relacionadas ao tema. A dinâmica foi realizada inicialmente de maneira coletiva e, em seguida, a turma foi dividida em dois grupos para uma discussão mais aprofundada. Cada grupo recebeu um computador para registrar e apresentar suas respostas.

Este jogo organiza as ideias de forma sequencial, começando com a introdução da atividade, seguindo para a explicação da dinâmica e finalizando com a interação dos alunos entre si e com o conteúdo, o que pode ser observado pela transcrição do diálogo abaixo:

**Professora** – *“Bom, olha só, então tem doze perguntas em relação aos mapas mentais, tá? Por que que eu quero que a gente saiba bem essa parte? Porque a gente vai entrar ahm nos cruzamentos genéticos. Nós vamos entrar nos cruzamentos genéticos e eu preciso que vocês saibam bem essa parte, tá?”.*

**A10** – *“Parece até jogo do milhão né tchê!”.*

**A10** – *“Olha só. Qual o local que fica armazenada as informações genéricas do indivíduo? São genéticas? Qual é?”.*

**A14** – *“Membrana”.*

**A5** – *“Núcleo”.*

**Professora** – *“Vamos ver quem vai ganhar?” (os alunos ficaram na expectativa da resposta e vibraram quando acertaram).*

**A1** – *“Constituição genética de um indivíduo não pode ser alterada?”.*

**A5** – *“Genótipo”.*

**A10** – *“Gene, genótipo. Mas a gente não ia ficar em dois grupos?”.*

**Professora** – *“Sim, depois”.*

**A5** – *“São características observadas nos indivíduos formadas pela interação do genótipo com o ambiente? Fenótipo”.*

**A5** – *“Lá.”*

**A11** – *“No outro canto sora. Onde está o DNA dentro da célula?”*

**A5** – *“Citoplasma. A não...não é.”*

**Professora** – *“Diploide”.*

**A10** – *“Viu como não era. Aí a última pergunta. São células que contém a metade do número de cromossomos da espécie. A gente recém viu isso aí.”*

**A1** – *“Metade?”.*

**A5** – *“Haplóide”.*

**Professora** – *“Bom, agora vamos fazerm esses dois computadores. Pois então! Eu escolho os grupos ou vocês escolhem. A gente se divide”*

(observação 5).

Os alunos se dividiram em dois grupos e responderam. E ao final cada grupo obteve sua pontuação. Foi identificado que os dois grupos erraram a mesma questão que foi sobre herança intermediária. Ao final os dois grupos ganharam brindes pela participação e desempenho na atividade. Tinham algumas possibilidades de ganhar mais pontos nos jogos misturando as “cartas” e escolhendo uma. Os alunos prestaram atenção e ficavam escolhendo, foi algo motivador no jogo. Observou-se que alguns ficaram prestando atenção mas não interagiram ( A2, A15, A3, A7).

Outra ferramenta pedagógica utilizada no decorrer da intervenção foi o vídeo. A fim de exemplificar assuntos relacionados a genética no cotidiano (observação 9 e observação 10) a professora usou vídeos que iam sendo pausados e explicados ao longo da aula. Os alunos eram questionados sobre o assunto e assim era promovido um diálogo entre os alunos.

O uso de vídeo como metodologia ativa cresceu no período de confinamento em razão da pandemia iniciada em 2020. Essa utilização como ferramenta de aprendizagem recebeu a denominação de *Video Based Learning* - VBL, tendo como característica a modificação na passividade dos vídeos, mesclando as imagens com infográficos, explicações com textos sobre abordagens presentes, entre outros (Modena, 2020).

No decorrer dos vídeos foram apresentados assuntos como teste de paternidade, anemia, anemia falciforme, testes genéticos. Estes assuntos foram elencados porque surgiram curiosidades em relação a eles ao longo da intervenção. Como o que ocorreu na observação 2 quando a professora estava explicando sobre as partes da célula e citou algumas células como os glóbulos vermelhos e a aluna A8 associou essas células com anemia e os vários alunos demonstraram curiosidades a respeito do assunto.

Já na observação 9 a professora levantou uma questão intrigante sobre a possibilidade de utilizar um pedaço de cabelo para realizar testes genéticos.

**Professora** - *“Então se nós pegarmos qualquer um de nós, um pedaço do nosso cabelo a gente pode fazer, pode pedir um teste ou não?”.*

**A11; A12 e A1** – *“Pode, pode. Pode”.*

**A1** – *“Eu já vi casos que fazem com a saliva”.*

**Professora** – *“Tá, mas em relação ao cabelo, tá? Do nada desconfio que sou irmã de alguém daqui da aula daí corto um pedaço do cabelo dela e mando analisar”.*

**A5** – “Eu vi uma história que pode, né? Mas tem que arrancar da raiz eu acho”.

**Professora** – “Exatamente. No caso tem que ser da raiz e por que da raiz?”.

**A5** – “Porque tá dentro do corpo da gente e dentro do corpo tem DNA”.

A professora questionou por que é necessário que o cabelo seja da raiz. A aluna A5 respondeu acertadamente, explicando que o DNA está presente no corpo e, para que a amostra pudesse ser analisada tinha ser retirado o cabelo deste a raiz.

A professora abordou com os alunos o assunto de teste de paternidade e a influência do DNA nesse processo. Foi explicado que antes dos estudos do DNA os testes de paternidade dependiam de semelhanças físicas e de tipos sanguíneos. Já atualmente os testes de paternidade são realizados usando análises de DNA. Os testes são altamente precisos e fornecem uma probabilidade de mais de 99,9% e é considerada conclusiva para propósitos legais e médicos.

Ao longo do vídeo, profissionais da saúde explicaram teste de paternidade. Surgiram dúvidas diversas dos alunos em relação ao assunto, como por exemplo, se seria possível fazer o teste de DNA a partir de um fio de cabelo.

A professora explicou o quanto é importante à molécula de DNA. Todas as informações genéticas estão no DNA, às relações de parentesco são investigadas pelo DNA.

Na observação 9, a professora utilizou o vídeo como ferramenta pedagógica e foram explanados e discutidos com alunos assuntos como tipagem sanguínea e teste de paternidade. Na observação 10 ao longo da reprodução do vídeo foram feitas pausas para explorar mais o assunto com os alunos bem como promover diálogos com a turma. Nessa aula foi desenvolvido o assunto sobre anemia, anemia falciforme.

No decorrer da intervenção também foram utilizados como ferramentas pedagógicas os exercícios de fixação do conteúdo, como o que foi realizado nas observações 6, 7 e 10 que a professora promoveu a realização de exercícios de fixação a fim de tirar dúvidas sobre o assunto.

**Professora** – “Aqui ó. Lembram que nós falamos disso aqui ó. P, G e F1. Lembram pelo menos desses nomes?”.

**A5** – “F1 são descendentes, filhos”.

**Professora** – “E P?”.

A4 – “Pais”.

**Professora** – E quem são os pais nesse caso?”.

**A12** – “O A- azão e azinho”.

**Professora** – “Sim Aa x Aa Então vamos colocar aqui o homem, simbologia de homem e aqui de mulher. Tá. O que que são os gametas? Isso aqui. Ó.

*Isso aqui seria o gameta masculino. Como é o nome? Espermatozoide , gameta masculino e gameta feminino., tá. O que é F1? A A5 já disse que F1 são os filhos. Tá? Só que assim oh. Olha o que eu vou colocar aqui. São os filhos entre aspas. Quando a gente está fazendo genótipo tá? São os filhos. Só que a gente fala agora de F2. Tá? Que que são F dois? É a segunda geração dessa família. Tá? Mas não quer dizer que tiveram filho entre eles. Tá (observação 6).*

Ressalta-se a importância das estratégias de ensino propostas pelo professor para que o aluno tenha diversas formas de interação e construa o conhecimento de acordo com suas experiências individuais para interpretar as informações, experiências subjetivas, conhecimentos prévios (Bordenave; Pereira, 2002).

A professora utilizou os exercícios de fixação como ferramenta pedagógica de avaliação, implementando tais estratégias pedagógicas para alcançar o melhor resultado possível para tal aprendizado.

Dessa forma, a utilização de exercícios de fixação como meio de avaliação visa demonstrar o engajamento dos estudantes no processo de ensino, desempenhando um papel fundamental na promoção da conscientização e do senso crítico dos alunos. Isso os incentiva a refletir sobre as respostas e as soluções para os desafios do dia a dia.

Nesse contexto, surgiu a ideia de explorarmos as relações entre a compreensão do ensino baseado na transmissão de conhecimento e a sua aplicação eficaz, buscando manter o aluno envolvido e participativo durante as aulas. Durante essa etapa, a professora assumia a responsabilidade de fornecer *feedback* sobre as respostas adequadas aos exercícios de fixação. Além disso, ao término de cada exercício de fixação, as respostas eram coletadas e submetidas a uma revisão que considerava o conteúdo estudado, levando em consideração as diferentes formas de respostas e os aspectos relevantes.

Quando o objetivo é a aquisição de conhecimento, o educador emprega uma variedade de termos para abordar um tópico específico, possibilitando ao aluno estabelecer conexões, enriquecer seu vocabulário no âmbito científico e, por fim, incorporar o conceito como uma ferramenta para sua própria reflexão. Como diz Lemke:

*Ao ensinar ciência, ou qualquer outra matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaios. Queremos que sejam capazes de construir os significados essenciais com suas próprias palavras e em palavras ligeiramente diferentes como requer a situação. As palavras*

fixas são inúteis, as palavras devem transformar e serem flexíveis para cumprir as necessidades do argumento, problema, uso, ou aplicação do momento (Lemke, 1997, p.105).

Durante as aulas os alunos faziam questionamentos que indicavam a presença de conhecimentos espontâneos e promoviam interações durante as explicações, como o diálogo ocorrido na observação 7:

**Professora** – *“Vamos discutir um exercício sobre genética, focando na cor dos olhos. Vamos começar com uma pergunta simples: se uma mãe tem olhos azuis e um pai tem olhos castanhos, qual a possível cor dos olhos de seus filhos?”*

**A10** – *“Acho que todos os filhos terão olhos castanhos, certo? Porque olhos castanhos eu acho que são dominantes”*.

**Professora** – *“Mas não é tão simples. Precisamos considerar os genes recessivos também”*.

**A5** – *“Eu acho que depende dos genes recessivos dos pais. Se o pai tem um gene recessivo para olhos azuis, então pode ser que alguns filhos tenham olhos azuis”*.

**Professora** – *“Isso mesmo. Se o pai e mãe tivessem um gene recessivo para olhos azuis?”*

**A10** – *“Isso significa que também poderia haver a possibilidade de terem filhos com olhos azuis?”*

**Professora** – *“Isso mesmo. Mesmo que essa possibilidade seja menor, ela existe. A genética por trás da cor dos olhos é um excelente exemplo de como a herança não é sempre direta ou simples”*.

**A10** – *“Então, mesmo que algo seja dominante, como os olhos castanhos, os genes recessivos ainda podem aparecer?”*

**Professora** – *“Sim. Isso acontece porque cada pessoa carrega duas cópias de cada gene, uma de cada pai. A combinação dessas cópias determina a característica observada” (observação 7).*

Foram identificadas diversas situações-problema que levaram os alunos a sentirem necessidade de novos conhecimentos e nesse processo, colocarem-se em atividade mental. Sobre a importância de situações-problema para o desenvolvimento do pensamento, Rubinstein esclarece:

Todo processo mental é, pela sua estrutura, um ato orientado para a solução de uma determinada tarefa ou de um determinado problema. Este problema atribui uma finalidade à atividade mental do indivíduo, a qual está vinculada às condições em que o problema se apresenta. Todo ato mental de um indivíduo é derivado de um motivo qualquer. O fato inicial do processo mental é, em regra, a situação problemática. O homem começa a pensar ao sentir a necessidade de compreender. O pensar começa normalmente com um problema ou com uma questão, com algo que despertou a admiração ou a confusão ou ainda com uma contradição. Todas estas situações problemáticas levam a iniciar um processo mental e este está orientado para a solução de qualquer problema (Rubinstein, 1973, p. 140).

### 5.1.10 Aulas práticas como ferramentas pedagógicas de ensino

As aulas práticas desempenham um papel fundamental no ensino de Biologia e têm uma série de benefícios e importâncias, pois permitem que os alunos tenham uma experiência direta com os conceitos biológicos. Eles podem ver, tocar e interagir com os materiais que estão estudando. Isso torna o aprendizado mais tangível e memorável. As atividades práticas permitem que os alunos apliquem os conceitos teóricos que aprenderam em sala de aula. Eles podem ver como esses conceitos se manifestam na vida real, o que torna o conhecimento mais prático e útil. Segundo Fala; Correia; Pereira (2010) as ações experimentais ou práticas no âmbito educacional desempenham múltiplas funções. Contudo, elas ganham maior relevância no contexto do ensino e da aprendizagem quando permitem a realização de testes, de hipóteses ou a condução de investigações. Antes de iniciar a atividade é essencial verificar o conhecimento prévio do aluno, isto é, os conceitos espontâneos. Com base nessa informação, o educador tem a oportunidade de criar cenários de aprendizado que estimulavam a reflexão (uma habilidade muito enfatizada e valorizada no atual formato do ENEM) e situações que enriqueçam ou ampliem o conhecimento dos alunos.

O ambiente de aula prática organizado pela professora na observação 11 foi o laboratório de ciências da escola. A fim de desenvolver a aula a professora contou com a presença de uma técnica de enfermagem.

**Professora** – *“Primeira coisa, a gente vai colocar as lâminas. Quem é que vai fazer?”.*

**A5** – *“Eu”.*

**A1** – *“Eu”.*

**A8** – *“Eu”.*

**Professora** – *“Quem vai fazer primeiro?”.*

**A8** – *“Eu”.*

**Professora** – *“Vem A8”. (...) “Que vem aqui pra colocar os soros?”.*

**A14** – *“Eu”.*

**A8** – *“Tia, vai doer”.*

**Professora** – *“Prestem atenção também. Vamos descartar o material aqui no lugar certo. Coloca o anti-A, o anti-B. Agora com a luva tu já podes ajudar a misturar (A9). Tem que ter um palito pra cada um. Tipo para A8 vai usar três palitos”.*

**A9** – *“Cara tem que ter coragem pra fazer”.*

*(...)*

**Professora** – *“Coloca o palito fora e pega outro”.*

**A9** – *“Aaa para cada um usa um palito?”.*

**Professora** – *“Sim. Qual coagulou?”.*

**A5** – *“Ficou boa A11?”.*

**A11** – *“Ficaram muito boas”.*

**A9** – “Por que cada uma fica diferente Sora?”

**Professora** – “Aqui tem um soro que é anti-A, se aqui tiver a proteína A vai coagular que nem aconteceu aqui ó com a A8. Quando a gente colocou esse aqui que é anti- A seria tipo para reagir né por isso que coagulou. Ela tem uma proteína que é a proteína A ela tem no sangue. Quem é a AB tem que coagular os dois”.

**A14** – “Mas esse aqui não coagulou nada”.

**A8** – “Calma A14”.

**Professora** – “Qual tipo de sangue que pode ser doado para todos?”

**A9** – “O negativo. Então se não reagir nenhum significa que a pessoa é do sangue O”.

**A11** – “Tem um que só pode receber dele mesmo?”.

**Professora** – “Sim, o sangue O só recebe dele mesmo” (observação 11).

Essas propostas de aulas ajudam os alunos a desenvolver uma variedade de habilidades práticas, como observação, organização para coletar de dados, análise, resolução de problemas e trabalho em grupo. Outra característica importante é a capacidade de formular hipóteses e analisar e questionar os resultados obtidos. Essas habilidades são importantes não apenas na Biologia, mas em muitos aspectos da vida. É necessário que o professor elabore propostas de aulas experimentais ou adapte algumas metodologias já existentes, que além de causarem inquietações e reflexões, possam instigar os alunos e também ampliar e/ou modificar suas explicações iniciais para os fatos e fenômenos que fazem parte do seu cotidiano.

**Professora** – “Quem é o próximo? Não é A12?”.

**A12** – “É”.

**A14** – “Não pode ficar mexendo muito (usou uma hipótese para uma parte do experimento)”.

**A12** – “O meu sangue é O”.

**A12** – “Tenho bastante líquido, tive que tomar bastante água hoje, fui jogar futebol com meu irmão, dia dos pais na escola dele”.

**A1** – “E aí sora o meu deu o quê?”.

**Professora** – “Vamos chegar à conclusão todos juntos. Que não tem proteína B e sim proteína A”.

**Professora** – “A positivo”.

**Professora** – “Olha aqui, vamos dar uma olhada. Depois eu vou fazer o meu também. Agora olha aqui ahm o material é o mesmo sangue, mas por que que eles têm cor diferente?”.

**A9** – “Açúcar”.

**A1** – “Quem toma mais água fica diferente”.

**Professora** – “Então, tudo isso aí pode estar certo. Quantidade de células, quantidade de água”.

**A1** – “Alimentação” (observação 11).

As aulas práticas geralmente são mais envolventes e motivadoras do que aulas somente teóricas. Os educandos geralmente ficam mais entusiasmados e interessados no assunto quando podem interagir com ele de maneira prática. Essas

aulas permitem também que os alunos integrem conhecimentos de várias disciplinas. A Biologia se relaciona com a Química, Física e Matemática entre outras disciplinas, e as aulas práticas oferecem a oportunidade de fazer essas conexões. As aulas práticas estimulam a curiosidade científica dos alunos.

Em resumo, as aulas práticas são uma parte fundamental do ensino de Biologia, enriquecendo a experiência de aprendizado, desenvolvendo habilidades práticas e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos biológicos. Elas são uma ferramenta essencial para inspirar e preparar os futuros cientistas e promover a compreensão da ciência entre os alunos.

No entanto, o processo educativo não está acompanhando tal desenvolvimento em sua totalidade e, em sala de aula, os alunos deparam-se com conceitos científicos complexos e abstratos, dissociados de fatos recorrentes no cotidiano. Para reverter a situação atual, as experimentações são possibilidades de aproximar os alunos dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas, além de despertarem a motivação e o estímulo à investigação dos alunos (Fala; Correia; Pereira, 2010).

#### **5.1.11 Reações dos alunos durante as avaliações**

Durante a intervenção em vários momentos os alunos foram avaliados, no pré-teste como avaliação diagnóstica, no pós-teste, no este com as questões do ENEM, bem como através de exercícios e atividades lúdicas como jogos.

A avaliação é um momento de percepção do quanto os alunos estão compreendendo as temáticas abordadas com a professora, na relação entre professora e alunos, na relação entre eles.

Durante as avaliações realizadas, foram observados diferentes comportamentos e reações por parte dos alunos, o que revela a variedade de sentimentos e atitudes que podem surgir em situações de teste.

Alguns alunos demonstraram insegurança desde o início. A aluna A5 (observação 2) expressou suas dúvidas logo ao começar a leitura do pré-teste, afirmando que achava que não sabia nada. Da mesma forma, a aluna A9 manifestou sua frustração ao fazer a primeira pergunta, indicando com gestos que não conseguia responder sobre o assunto. Nesse momento, a professora desempenhou um papel encorajador, incentivando os alunos a acreditarem em suas capacidades e lembrando que eles seriam capazes de responder às perguntas. Os colegas também se

envolveram, fornecendo apoio moral para superar as dificuldades.

A concentração dos alunos foi notável até que uma pergunta gerou dúvidas. O aluno A10 questionou se era necessário responder os "porquês", ao que a professora explicou que a coleta de informações detalhadas era fundamental para o questionário.

A aluna A5 respondeu o que sabia e sugeriu que, nas questões que não sabia a resposta, os alunos deveriam admitir sua falta de conhecimento. Essa atitude reflete um compromisso com a integridade durante as avaliações.

No final da avaliação, a aluna A8 e o aluno A3 não entregaram o questionário imediatamente. A professora decidiu esperar pacientemente até que ambos terminassem, enquanto a aluna A8 mostrava resistência em entregar o teste, talvez devido ao desejo de acertar as respostas.

Durante as avaliações, os alunos também fizeram perguntas relacionadas à formatação das respostas, à completude das respostas e à possibilidade de responderem em conjunto. Além disso, algumas dúvidas relacionadas ao conteúdo surgiram, levando a professora a esclarecer essas questões para toda a turma, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo.

Essas observações destacam como os alunos enfrentam desafios e demonstram diferentes atitudes durante as avaliações, refletindo a complexidade das experiências de avaliação no contexto escolar.

#### **5.1.12 “Espírito investigativo”**

Nas aulas de Biologia é importante estimular a curiosidade dos alunos, como aconteceu na observação 2, quando a professora falou que a capacidade de dobrar a língua era uma característica genética. Nesse momento a professora despertou o “espírito” investigativo na turma, característica tão importante para o estudo na área das ciências da natureza.

Durante a observação 2, a professora falou também da importância de saber de nomenclaturas científicas para poder compreender uma reportagem ou mesmo numa avaliação a fim de entender de forma mais precisa as informações.

Na observação 8 a professora falou de algumas instituições que fazem pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e a aluna A5 contou que já conhecia a referida instituição e que em uma oportunidade tinha visitado os laboratórios de pesquisa e que havia observado rigor quanto às normas de

segurança a fim de evitar contaminação com os materiais em estudo. Também durante a observação 8 a aluna A14 falou de uma característica relacionada a saúde que é a pressão arterial, falando que sua pressão é baixa e complementando a aluna A8 falou que sua pressão arterial é alta

**A14** – *“Eu tava falando que hoje eu desmaiei porque eu tenho pressão baixa”.*

**A8** – *“Professora eu tenho pressão alta”.*

Professora – *“Tu tomas remédio?”.*

**A8** – *“Sim e quando eu tô muito estressada ou e muito cansada, hoje, por exemplo, de serviço a pressão começou a subir e eu comecei a perceber porque eu vomitei quatro vezes. E aí quando eu fui coisar (sic) vi que a pressão tava alta”.*

**Professora** – *“Mas tu não pode deixar. Tem que verificar. Tavas trabalhando a hora que sentiu isso?”.*

**A8** – *“É, eu já eu pego às 11h e vou até às 5h. Tá, mas aí mediram a minha pressão e tava alta e eu segui vomitando”.*

**Professora** – *“Qual é o perigo da pressão alta ou da pressão baixa? Qual o perigo?”.*

**A14** – *“Desmaio”.*

**Professora** – *“O desmaio ainda é o de menos”.*

**A8** – *“Podem ocorrer consequências mais graves”.*

**Professora** – *“Tanto a pressão baixa quanto a alta oferecem risco à saúde, é preciso consultar um médico. Dá para ir no pronto atendimento consultar ou numa unidade de saúde do bairro. O que não pode é achar que é normal e não consultar”.*

**A8** – *“Eu também quinta-feira tomei dois remédios da pressão e continuei ruim”.*

**Professora** – *“As pessoas falam mais da pressão alta, mas a pressão baixa, tipo seis por três também não é normal”.*

**A8** – *“Eu, professora, qualquer coisa, até se eu bater boca com alguém, a minha pressão já fica 20/12”.*

**Professora** – *“É emocional também”.*

Outro assunto o qual os alunos mostraram curiosidade foi em relação a transplantes de órgãos, tráfico de órgãos e ao logo das discussões surgiam perguntar como do aluno A8 quando disse: “mas se eu tiver falado para alguém que eu queria doar meus órgãos? Já falei para minha mãe”.

### 5.1.13 Intercorrências no dia a dia escolar

A intervenção na vida escolar dos alunos foi marcada por uma série de desafios que exerceram influência significativa sobre seu processo de aprendizado. Essas intercorrências refletiram a complexidade do ambiente escolar e a necessidade de adaptar o ensino para enfrentar obstáculos externos.

O primeiro ponto a destacar foi o impacto da pandemia. Na observação 2, a

aluna A8 compartilhou sua experiência, revelando que, embora o conteúdo tenha sido ensinado, ela não conseguia dedicar tempo suficiente para realizar as atividades escolares. As exigências do trabalho e outros compromissos pessoais tornaram desafiador para ela cumprir todas as tarefas escolares. Como alternativa, frequentemente contava com a ajuda de sua mãe ou amigos para realizar as atividades. Essa situação evidencia os desafios enfrentados pelos alunos durante a pandemia, incluindo a necessidade de equilibrar responsabilidades múltiplas.

Essa constatação da aluna vai ao encontro do que foi apresentado por Koslinski e Bartholo (2022) em sua nota técnica intitulada “Impactos da pandemia na educação brasileira”. Nos estudos apresentados são destacados quatro efeitos principais: perda de aprendizado, aumentos das desigualdades no aprendizado, aumento do abandono escolar e impactos negativos no bem estar e na saúde mental. Segundo as autoras, as pesquisas demonstraram que as desigualdades aumentaram e no caso relatado pela aluna, que ela tinha que dividir o tempo com as tarefas do trabalho, colaborou para a perda de aprendizado, uma vez que a preocupação com as atividades laborais assumiu um protagonismo.

Além disso, a paralização dos professores do Rio Grande do Sul na observação 2, teve um impacto significativo na intervenção. Com metade da turma ausente, a presença limitada dos alunos comprometeu o andamento das atividades planejadas. Esse cenário ilustra como eventos externos podem afetar a continuidade do ensino.

Silva; Santos e Dias (2019) destacam que as relações familiares são importantes para construção das características dos seres humanos, no entanto com o tempo os professores assumem uma posição cada vez maior e passam a mediar cada vez mais as relações entre os alunos e o conteúdo. A paralisação dos professores, mesmo ocorrendo em um curto período colabora para o aumento de uma sensação presente durante a pandemia: o isolamento. Como professor, é possível afirmar que a dependência aumentou, pois a presença continuou necessária para o desenvolvimento do conteúdo, assim como para tentar tornar a escola ainda presente no cotidiano dos alunos.

Outra questão relevante foi a limitação de horas/aula para o conteúdo de genética. A professora reconheceu que as aulas eram restritas a uma única aula por semana, o que impôs desafios quanto à quantidade de conteúdo que poderia ser coberta. Essa limitação de tempo se tornou um obstáculo a ser superado no processo de ensino. A superação da falta de tempo, ocasionada pela distribuição de conteúdo,

se dá pela utilização de instrumentos didáticos que se tornam cada vez mais importantes à medida que a genética avança. Segundo Temp (2011), um dos problemas está no ensino através de “pequenas caixas” de conhecimento atribuída a cada professor e esses ainda precisam subdividir pela carga horária das disciplinas.

A interrupção para a merenda também foi um elemento a ser considerado. Durante a aula, os alunos foram convidados a fazer uma pausa para a merenda, o que afetou o fluxo da explicação da professora. Além disso, durante esse período, alguns alunos direcionaram suas conversas para assuntos não relacionados ao conteúdo da aula, demonstrando a necessidade de manter o foco durante o tempo de ensino. No entanto, segundo Lavelberg (2010), a pausa é um momento esperado pelos alunos para aprender ou vivenciar a experiência em grupo. Logo, se o conteúdo tiver relação com atividades em grupo, tenderão a fazer parte da discussão fora da aula, além disso, é um momento de observar como está a relação entre os alunos e se algum está ficando isolado do grupo. Embora possa afetar a explicação, é necessária essa interrupção, porque poderá ocorrer um prejuízo em alguma aula, mas a influência positiva será o fator preponderante na maioria dos dias.

Por fim, a questão dos atrasos dos alunos também foi observada. Alguns alunos chegaram tarde à aula devido a compromissos pessoais ou à dependência de transporte rural. Em resposta a esses atrasos, a professora realizou resumos dos tópicos já abordados para garantir que todos os alunos pudessem acompanhar o conteúdo da aula. Por essa razão é de extrema importância que o professor conheça “o perfil e as competências dos nossos alunos, que em sua maioria são as seguintes: apresentam déficit na formação básica, trabalham durante o dia ou fazem turnos, possuem baixos salários, custeiam os próprios estudos, dificuldades para chegarem e saírem nos horários pré-determinados” (Ferp; Oliveira, 2014, p.02).

De acordo com Oliveira (2018), a otimização do uso do tempo em sala de aula precisa acontecer de forma gradual, sendo importante oportunizar situações em que os alunos percebam seu papel ativo no processo educativo. Paralelamente, cabe às instituições educacionais fornecer, na medida do possível, condições ótimas que favoreçam o ensino e a aprendizagem. Moram (2009) salienta que ensinar depende também de o aluno querer aprender e estar apto a aprender em determinado nível (depende da maturidade, da motivação e da competência adquirida).

Essas intercorrências na vida escolar dos alunos destacam como fatores externos podem influenciar o processo de ensino e aprendizado. A professora

enfrentou esses desafios com determinação, adaptando sua abordagem de ensino para garantir que os alunos pudessem absorver o conteúdo de genética, mesmo diante das circunstâncias adversas.

## **5.2 Avaliando as aprendizagens dos alunos**

Esta categoria abrange a análise de dados coletados com os pré-testes e os pós-testes, bem como os resultados obtidos com a aplicação de exercícios com questões do ENEM. A seguir, passo à apresentação dos referidos dados.

### **5.2.1 Diagnóstico do conhecimento dos alunos**

O diagnóstico do conhecimento dos alunos desempenhou um papel importante no processo de ensino de Genética. Aqui estão alguns dos principais pontos relacionados a essa avaliação inicial.

No início da intervenção, na observação 2, a professora distribuiu um questionário sobre genética aos alunos, enfatizando que não se tratava de uma prova com fins de avaliação, mas sim de um instrumento para diagnosticar seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Ela explicou que essa atividade não estava associada a notas, mas era uma investigação dos conhecimentos iniciais dos alunos em relação à genética.

Durante esse período, a professora também enfatizou a importância da seriedade no processo de aprendizado. Ela destacou que o objetivo não era apenas obter a resposta correta, mas também entender e ser capaz de aplicar os conceitos. A professora encorajou os alunos a não pesquisarem respostas prontas, mas a abordarem os exercícios com empenho e a buscar ajuda quando necessário, seja com ela ou com colegas.

Foi realizado um pré-teste com questões diversas, cujas respostas permitiram à professora elaborar um diagnóstico inicial sobre o conhecimento prévio dos alunos em relação à genética. Posteriormente, um pós-teste com questões semelhantes foi aplicado. Os resultados desses testes foram analisados para identificar quais áreas ainda careciam de compreensão por parte dos alunos. A partir dessas análises, a professora pôde avaliar o desempenho dos alunos.

No primeiro teste, a professora recomendou que os alunos respondessem o

máximo que sabiam, sem buscar informações adicionais. Ela deixou claro que, após o teste, estudariam os tópicos que não haviam sido compreendidos. Isso incentivou os alunos a identificarem suas lacunas de conhecimento e a buscar aprimorar sua compreensão.

Essa abordagem de diagnóstico inicial e avaliação contínua permitiu à professora adaptar seu ensino de acordo com as necessidades específicas dos alunos. Além disso, enfatizou a importância de uma abordagem séria e dedicada ao aprendizado da genética, promovendo o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico e compreensão do conteúdo. Essa estratégia também ofereceu oportunidades para que os alunos superassem suas dificuldades e aprimorassem seu domínio sobre o assunto.

Antes da aplicação do pós-teste, na observação 8, a professora conversou com os alunos e esclareceu que seria feita uma outra avaliação para avaliar a aprendizagem novamente. A professora enfatizou aos alunos que “o importante não é só dar a resposta final certa e sim toda a participação de vocês durante as aulas, as trocas de informações e discussões sobre os assuntos”.

Na observação 10, a professora proporcionou uma discussão sobre a importância de além de ter o conhecimento, de saber fazer as avaliações, e disse aos alunos que durante a realização de uma prova, especialmente naquelas que envolvem o formato de múltipla escolha, é comum se deparar com questões que exigem a seleção de uma alternativa correta dentre várias apresentadas, geralmente cinco opções. Uma estratégia eficaz para aumentar a chance de acerto é a eliminação de alternativas evidentemente incorretas, em geral duas opções. Exige prática, atenção e conhecimento do conteúdo. Essa técnica de responder as questões, também serve como exercício de raciocínio lógico e compreensão do conteúdo”.

Foram aplicados aos estudantes envolvidos nesta intervenção, pré-testes e pós-testes, antes e depois da execução do projeto, respectivamente. O objetivo era complementar os dados obtidos por outros instrumentos de coleta e facilitar meu entendimento como pesquisadora sobre quais conceitos e competências foram ou não apreendidos/desenvolvidos durante o processo educativo. Complementar os dados obtidos por outros de coleta é uma abordagem útil para expandir o entendimento e obter uma visão mais abrangente sobre o desenvolvimento de conceitos e competências ao longo do processo educativo.

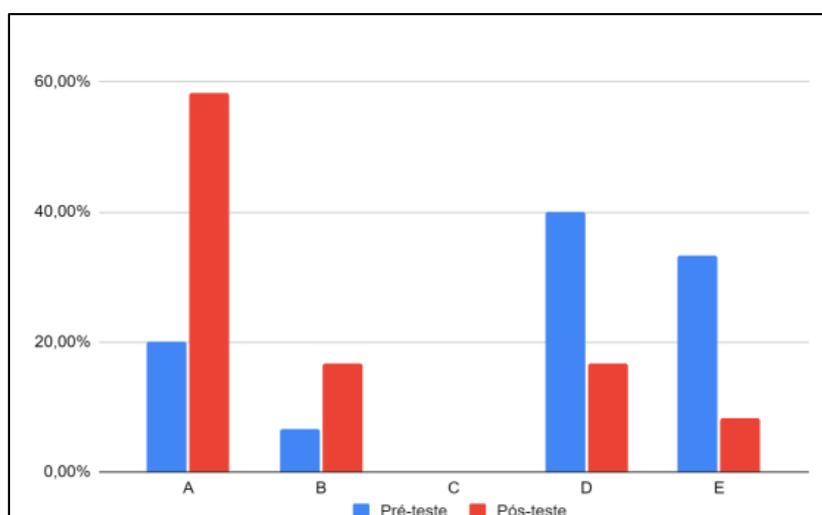
Ambos os testes continham as mesmas questões: 10 atividades, divididas entre

abertas e fechadas. Os referidos testes foram preenchidos por 14<sup>4</sup> estudantes, sem nenhum auxílio externo. Para compreensão dos resultados, as respostas dadas pelos alunos foram categorizadas da seguinte forma:

- Categoria A – correto (demonstrou conhecimento);
- Categoria B – parcialmente certo ou respondeu de maneira vaga;
- Categoria C – disse saber do que se tratava (marcou sim à questão);
- Categoria D – não sabia, não lembrava, não respondeu;
- Categoria E – respondeu de forma errada.

**Questão número 1:** ao ser respondido no primeiro momento (pré-teste), a atividade computou que 21% dos alunos tinham conhecimento do termo hereditariedade. Após a intervenção esse número cresceu para 58%, registrando um aumento de 37% dos estudantes cientes do assunto. Quanto ao conhecimento parcial sobre o assunto que somava 7% dos alunos aumentou para 17%. Dos 36% dos alunos que optaram por responder que não sabiam, não lembravam ou não responderam 17% mantiveram sua resposta. E dos 36% dos alunos que responderam de forma errada no pré-teste apenas 8% continuaram com suas respostas na testagem final.

Figura 1 - Comparativo de respostas da questão 1.



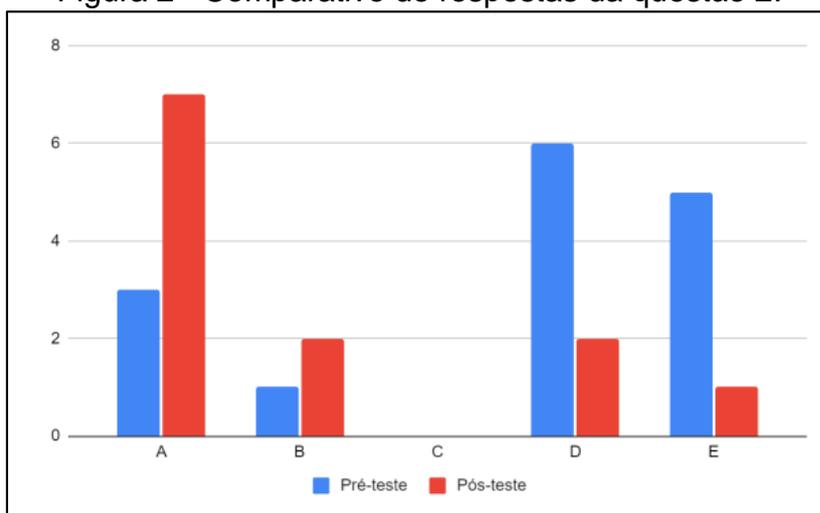
Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 2:** no pré-teste, 29% dos alunos responderam corretamente

<sup>4</sup> No pós-teste 12 alunos participaram da intervenção, pois 2 alunos foram transferidos de escola.

(categoria A), já no pós-teste esse número passou para 34%; 7% dos alunos responderam parcialmente correto no pré-teste, sendo que na segunda testagem esse número passou para 66%. No pré-teste 7% dos alunos se encaixaram na categoria C – não sabendo do que se tratava a questão e essa categoria não foi contemplada no pós-teste. Dos alunos que responderam o pré-teste 50% se encaixaram na categoria D - não sabiam, não lembravam, não responderam e no pós-teste essa ordem não foi contemplada. Por último, no pré-teste 7% dos alunos responderam de forma errada e esta categoria não foi evidenciada no pós-teste (7%).

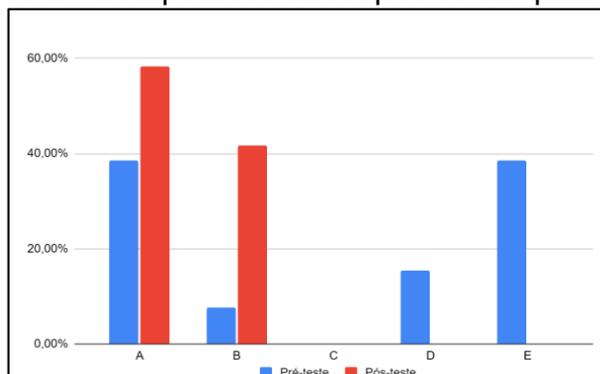
Figura 2 - Comparativo de respostas da questão 2.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 3:** a referida atividade questionava os alunos sobre a localização e importância do DNA. Como resultado o pré-teste mostrou que 36% dos alunos tinham conhecimento sobre o assunto. Esse número passou para 58% após a intervenção, registrando um aumento de 18%. Já dos 14% de alunos cujas respostas se encaixaram na categoria B – parcialmente certo, no pós-teste aumentou para 42%. Porém, as categorias D- não sabiam, não lembravam, não responderam - com 14% das respostas e categoria E – respostas erradas - com 36% das respostas, ambas evidenciadas no pré-teste não foram contempladas no pós-teste.

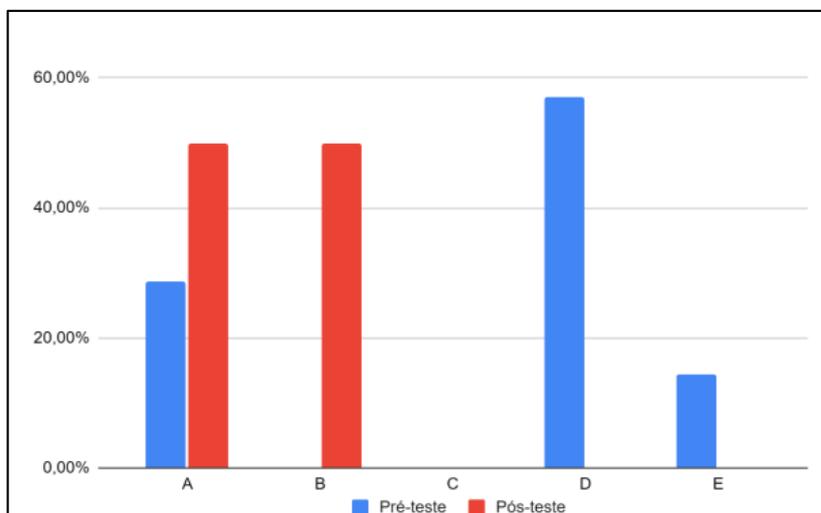
Figura 3 - Comparativo de respostas da questão 3.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 4:** a atividade questionava aos alunos quanto à localização, constituição e importância dos cromossomos. Dos alunos participantes 29% responderam de forma correta no pré-teste e no pós-teste este índice aumentou para 50% (+ 21%). Na primeira testagem 57% dos participantes se encaixaram na categoria D - não sabiam, não lembravam, não responderam e 14% na categoria E – responderam de forma errada. Porém, no pós-teste as categorias D e E não foram contempladas, mas as respostas dos participantes foram enquadradas 50% na categoria B – parcialmente certo ou responderam de maneira vaga.

Figura 4 - Comparativo de respostas da questão 4

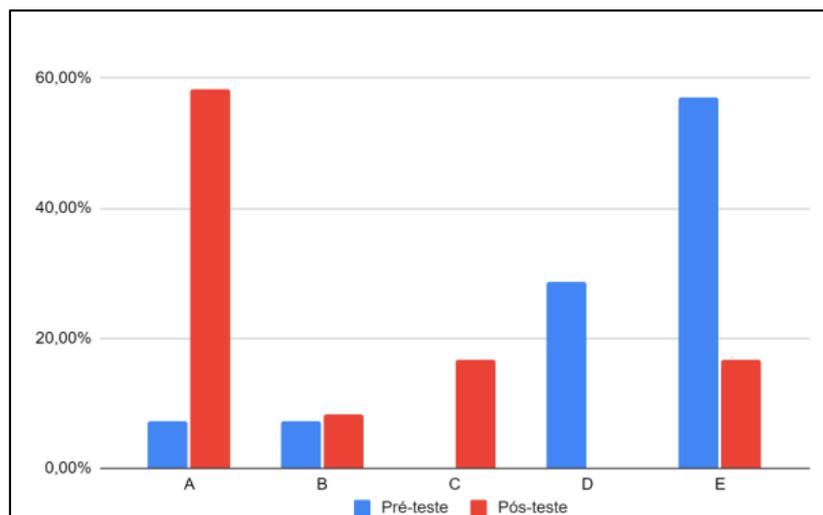


Fonte: material elaborado pela pesquisadora

**Questão número 5:** tratava de coletar dados sobre o conhecimento (ou não) dos participantes em relação ao número de cromossomos presentes em células que estão

no processo de divisão celular. No primeiro momento 7% dos participantes demonstraram conhecimento sobre o assunto, número que aumentou para 58% no pós-teste. No pré-teste, 7% das respostas se encaixaram na categoria B – conhecem o assunto de maneira vaga o que aumentou para 8% dos alunos no pós-teste. Já no pré-teste, 29% dos participantes se encaixaram na categoria D, categoria que não apareceu no pós-teste. Outro dado relevante foi que no pré-teste 57% dos alunos responderam de forma errada, número que diminuiu para 17% no pós-teste.

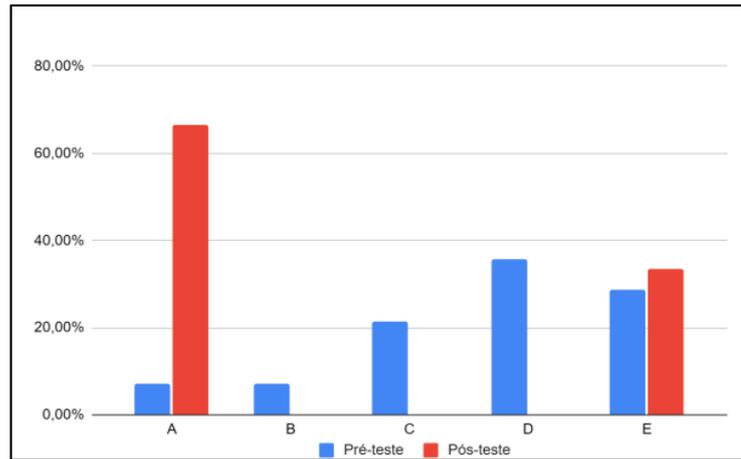
Figura 5 - Comparativo de respostas da questão 5.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora

**Questão número 6:** solicitava ao aluno conhecimentos em relação ao processo de divisão celular e de DNA em células-filhas e célula-mãe. As respostas foram as seguintes: no pré-teste 7% dos estudantes responderam de forma correta, número que aumentou para 66% após a intervenção (59% de melhoria em relação ao percentual de conhecimento). Houve um registro no pré-teste de 7% de respostas parcialmente certas ou respondidas de maneira vaga, 21% das respostas os alunos manifestaram saberem do que se tratava, 36% dos alunos não sabiam, não lembravam ou não responderam. Em relação a categoria E, das respostas que estavam incorretas, no pré-teste somaram 29% e no pós-teste 34%.

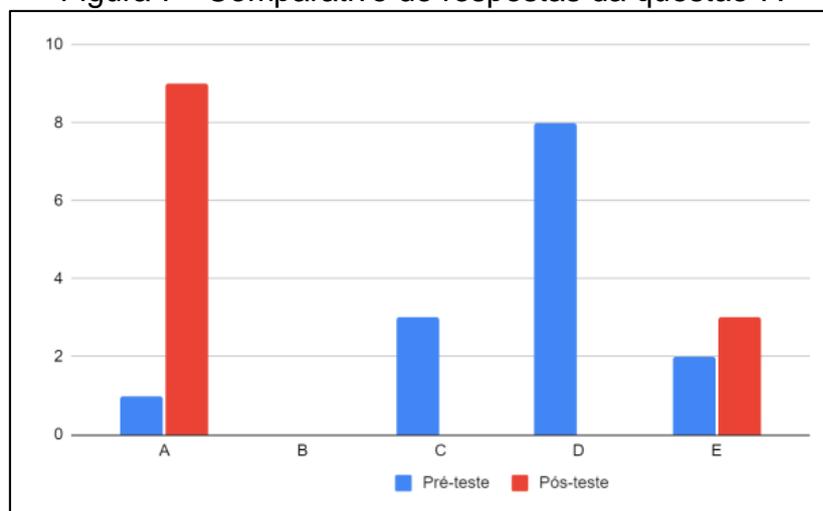
Figura 6 - Comparativo de respostas da questão 6.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 7:** essa questão também se referia a divisão celular, porém a investigação era quanto se a informação genética ser igual ou diferente das células-filhas em relação a célula-mãe. No pré-teste foram obtidas as seguintes respostas: 7% na categoria A; 21% na categoria C; 57% na categoria D e 15% na categoria E. No pós-teste, os números verificados forma: 75% na categoria A, pois responderam de forma correta (número que aumentou 68% em relação ao pré-teste) e 25% na categoria E (responderam de forma incorreta).

Figura 7 - Comparativo de respostas da questão 7.

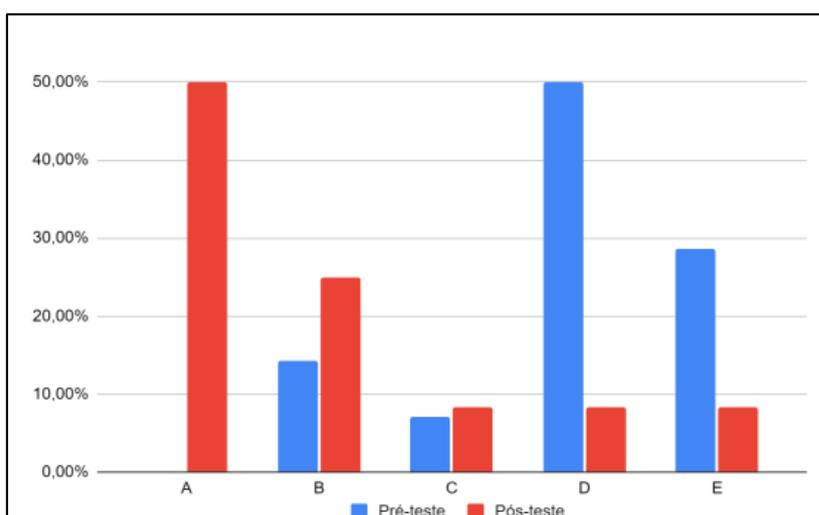


Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 8:** essa atividade solicitava aos alunos que respondessem se uma célula da pele e uma célula muscular ou pulmonar, do mesmo organismo, têm a mesma informação genética ou informação genética diferente. No pré-teste verificou-

se que 14% dos estudantes responderam na categoria B; 7% na categoria C; 50% na categoria D e na categoria E foram 29% das respostas. Na primeira testagem nenhum dos estudantes respondeu na categoria A (respostas corretas), passando para 50% no segundo teste. Já no pós-teste foram 25% na categoria B, 8% na categoria C; 8% na categoria D e 8% na categoria E ( que seriam incorretas), o que diminuiu em 21%.

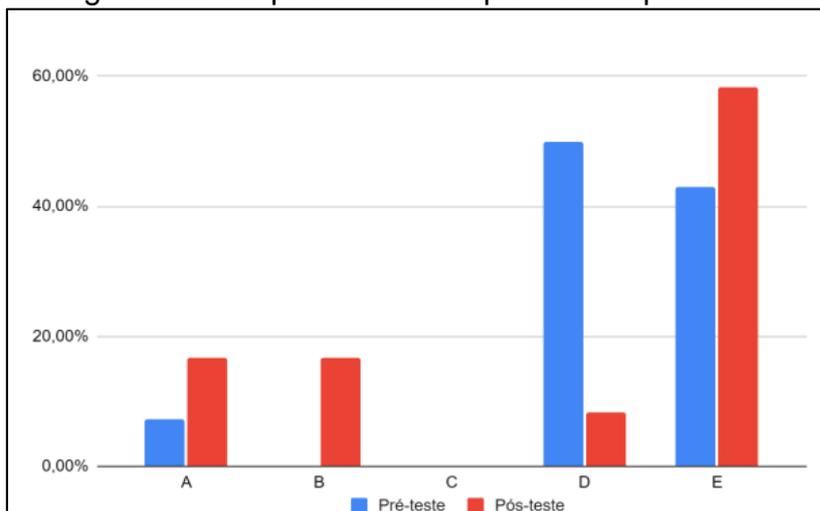
Figura 8 - Comparativo de respostas da questão 8.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

**Questão número 9:** a atividade questionava os conhecimentos dos alunos quanto a um dos tipos de divisão celular que é a meiose. No primeiro teste, 7% dos alunos responderam corretamente à questão, 50% dos alunos não sabiam, não lembravam ou não responderam e 21% dos alunos responderam de forma incorreta. Na segunda testagem 17% dos alunos responderam de forma correta (aumentou 10% em relação a primeira testagem); 17% parcialmente certo ou respondeu de maneira vaga; 8% não sabiam, não lembravam, não responderam (diminuiu 42% em relação a primeira testagem) e 58% responderam de forma errada.

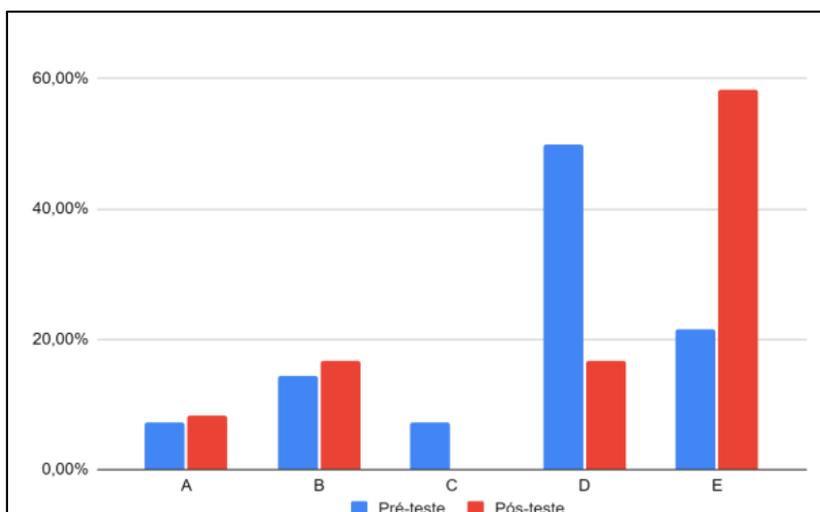
Figura 9 - Comparativo de respostas da questão 9.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

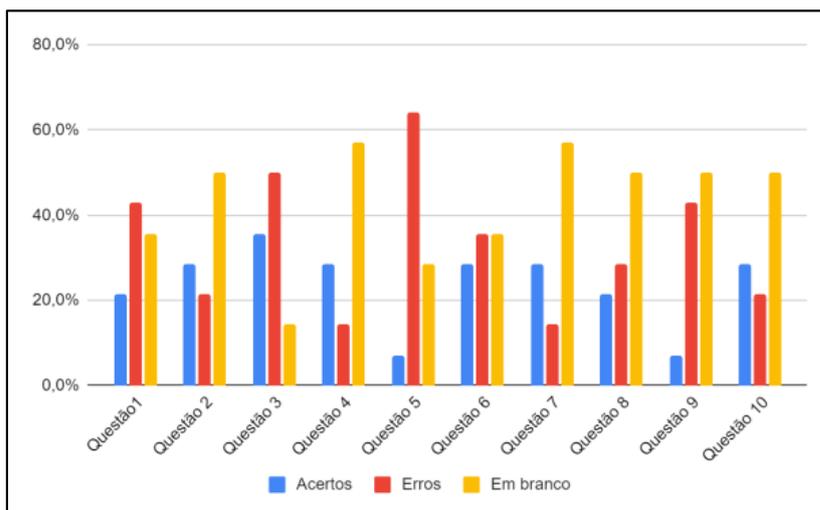
**Questão número 10:** a pergunta 10 referia-se a o fato de as células resultantes do processo de meiose e a que lhe deu origem se teriam a mesma informação genética ou informação genética diferente. No primeiro 7% dos alunos responderam de forma correta; 15% parcialmente certo ou respondeu de maneira vaga; 7% disseram não saber do que se tratava; 50% não sabiam, não lembravam ou não responderam. No pós-teste, 8% dos alunos responderam de forma correta; 17% responderam parcialmente certo; 17% disseram não saber do que se tratava e 50% responderam de maneira errada.

Figura 10 - Comparativo de respostas da questão 10.



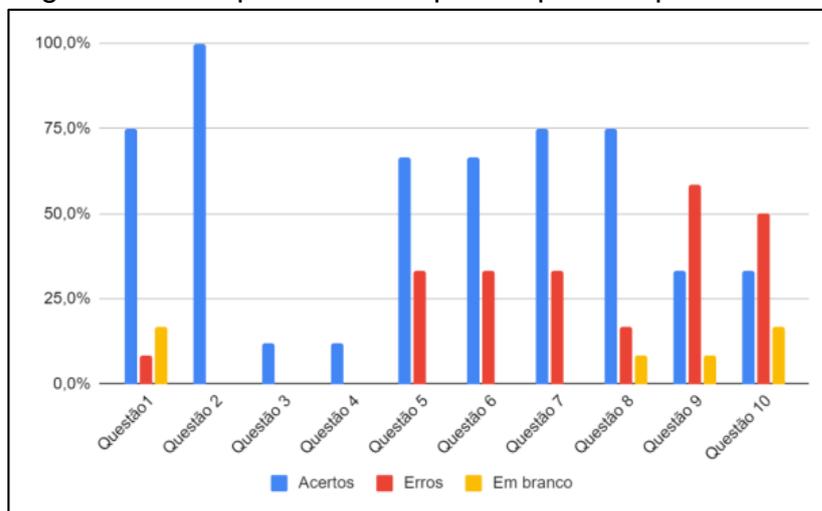
Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

Figura 11 - Gráfico pré-teste



Fonte: material organizado pela pesquisadora.

Figura 12- Comparativo de repostas para do pós-teste.



Fonte: material organizado pela pesquisadora.

Ao analisar os dados acima, é possível observar que o nível de acertos no pós-teste melhorou em relação ao pré-teste. E também pode-se constatar que o número de questões em branco e erradas diminuiu bastante. Diante dos dados supracitados é plausível aceitar que a intervenção propiciou uma melhoria na aprendizagem dos alunos.

### 5.2.2 Importância de trabalhar questões do ENEM

Durante o período de intervenção em genética, os alunos foram submetidos a

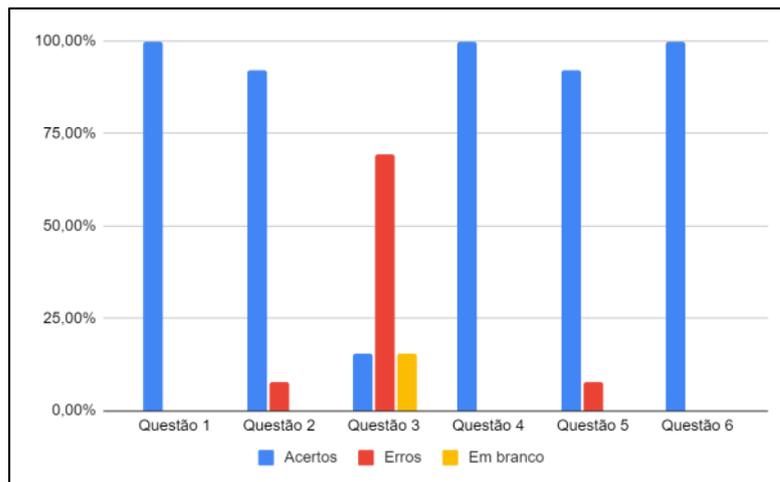
uma avaliação que se revelou fundamental para medir seu progresso e compreensão do conteúdo. Essa avaliação consistiu em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que é amplamente reconhecido como uma avaliação de grande relevância no Brasil, sendo a principal porta de entrada para várias universidades e programas governamentais de Ensino Superior. O ENEM é conhecido por seu enfoque interdisciplinar e contextualizado, exigindo dos candidatos a capacidade de interpretar, analisar e relacionar informações, indo além da mera memorização de conteúdos.

No decorrer dos estudos em genética, os alunos foram preparados para enfrentar essas questões desafiadoras do ENEM. A professora selecionou questões relacionadas à genética, proporcionando uma revisão detalhada do conteúdo por meio de exercícios práticos. Posteriormente, uma avaliação semelhante à inicial foi realizada, e as respostas fornecidas pelos alunos permitiram uma avaliação qualitativa do aprendizado.

Para criar um ambiente favorável à aprendizagem, a professora orientou os alunos a adotar uma perspectiva positiva em relação ao teste, presumindo que o tempo disponível fosse suficiente. Foi enfatizada a importância de uma leitura atenta das questões e encorajada a tentativa autônoma na resolução delas. Além disso, os alunos foram incentivados a fazer perguntas individuais e a demonstrar o que haviam aprendido em sala de aula durante o processo de avaliação.

Essa abordagem não apenas avaliou o conhecimento adquirido, mas também preparou os alunos para enfrentar desafios acadêmicos futuros, promovendo habilidades de interpretação, análise e resolução de problemas. A prática e o entendimento de como as questões do ENEM são estruturadas desempenharam um papel fundamental na preparação eficiente dos alunos para esse exame tão significativo em suas trajetórias educacionais.

Figura 13 - Comparativo de acertos, erros e respostas em branco das questões do Enem.



Fonte: material elaborado pela pesquisadora.

Através da análise do gráfico é possível inferir que a apropriação do conteúdo pela turma foi satisfatória, uma vez que todos acertaram as questões 1, 4 e 6 e quase a totalidade da turma acertou as questões 2 e 5. O número de resoluções corretas da questão 3 foi pequena em comparação com as demais, logo é necessário analisar o que a difere das demais, podendo ocorrer uma abordagem diferente do que foi ensinado ou ainda a formulação da questão que pode não estar relacionado com o cotidiano do aluno.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação é resultado de uma pesquisa que teve com objetivo planejar e implementar uma proposta interventiva sobre o conteúdo de genética, baseada na relação entre os conceitos espontâneos e os científicos em uma perspectiva vigotskiana, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos. A professora aplicou uma abordagem de intervenção pedagógica ancorada em Damiani *et al.* (2013) como metodologia, cujo principal foco reside na revisão da prática educacional docente.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio Noturno, do Instituto Estadual de Educação Aimone Soares Carriconde, na cidade de Arroio Grande, RS. O estudo consistiu em proporcionar aos jovens, situações diferenciadas de aprendizagem, incluindo imagens, mapas mentais, materiais didáticos manipuláveis e jogos didáticos. O cerne do projeto científico foi o estudo do conteúdo de genética, abordando os principais temas estudados no Ensino Médio, tais como herança mendeliana e estrutura do DNA.

Um dos pontos relevantes nessa pesquisa foi a preocupação do professor com o uso inadequado de celulares em sala de aula. Esse problema é evidenciado em várias ocasiões durante a intervenção, exigindo constantes solicitações para que os alunos desligassem ou guardassem seus aparelhos. Isso não apenas afeta o tempo de ensino, mas também levanta questões sobre as responsabilidades dos professores e das famílias na educação dos alunos. Decidir sobre a permissão ou proibição do uso de celulares em sala de aula é uma decisão que deve considerar as necessidades específicas da escola, dos alunos e dos educadores. Muitas escolas adotam políticas equilibradas que permitem o uso educacional dos celulares, mas restringem seu uso durante as aulas para evitar distrações. É crucial envolver todos os interessados na elaboração dessas políticas. Diversos estudiosos destacam a importância de explorar o potencial educativo dos celulares e das mídias sociais, embora sejam necessárias mais pesquisas nessa área. Além disso, enfatizam que o problema não está no celular em si, mas sim em como ele é utilizado. A integração dos dispositivos móveis deve contribuir para a dinâmica da aula e estar relacionada aos temas discutidos. A participação ativa dos educadores, alunos e pais na discussão e formulação de políticas é essencial para atender às necessidades da comunidade escolar e garantir um ambiente educacional produtivo.

O processo de tomada de consciência do conteúdo foi pautado na coleta de informações durante as aulas da intervenção, utilizando para isso o diálogo constante entre a professora e os educandos. As discussões durante a intervenção mostraram a complexidade da hereditariedade e a importância de considerar as concepções prévias dos alunos ao ensinar genética. Integrar essas perspectivas promove uma compreensão mais ampla e crítica das questões genéticas na sociedade. Para essa aprendizagem foi relevante o uso das imagens como ferramentas fundamentais no ensino de genética. Pela complexidade dos estudos genéticos, o uso de imagens facilita a comunicação dos conceitos de forma acessível. Os recursos visuais são amplamente utilizados por professores e alunos para compreender e ensinar genética, evidenciando a dificuldade de abstração e a necessidade de recursos visuais para representar esses conceitos. Há um grande desafio de ensinar temas não visíveis, como a célula, para os quais as ilustrações são ferramentas indispensáveis. Um exemplo dado é a elaboração de desenhos destacando as partes da célula, o que facilitou a compreensão dos alunos. Os desenhos também permitiram diferentes interpretações e associações, evidenciando a utilidade da linguagem visual no processo de aprendizagem.

No decorrer da pesquisa a professora evidenciou a importância dos conteúdos pré-requisitos no estudo da genética, destacando que a compreensão desse campo científico começa com a alfabetização científica no Ensino Fundamental.

Ao focar na alfabetização científica, os alunos se tornam capazes de entender e aplicar conceitos genéticos, preparando-os melhor para desafios acadêmicos futuros e para serem cidadãos informados e responsáveis em um mundo cada vez mais influenciado pela ciência, conforme Scheid e Ferrari (2006, p18).

Essa base é essencial para desenvolver pensamento crítico e compreensão nos alunos, pois o aprendizado não ocorre isoladamente, mas sim em um contexto social e cultural, onde os conhecimentos prévios dos alunos desempenham um papel crucial na construção de novos conhecimentos. A compreensão dos conceitos básicos de biologia celular, hereditariedade e estrutura do DNA é fundamental para um estudo eficaz da genética. Esses conhecimentos prévios proporcionam uma base sólida para a compreensão de conceitos mais complexos. Além disso, ajudam os alunos a desenvolver pensamento crítico e científico, essenciais para resolver problemas científicos.

Para o ensino de genética no Ensino Médio é importante promover a

alfabetização científica dos alunos, em vez de limitá-los a serem meros reprodutores de conteúdo. Deve-se encorajar os alunos a questionar, analisar e avaliar informações, em vez de apenas memorizá-las. Utilizar exemplos práticos e relevantes para mostrar como a genética é aplicada no mundo real, aumentando a relevância e o interesse no assunto. Torna-se importante também incluir discussões sobre as implicações éticas e sociais da genética, como engenharia genética e testes genéticos, para desenvolver a consciência social e ética, bem como, mostrar como a genética se relaciona com outras áreas de estudo, como química, física e até mesmo ética e história, para uma compreensão holística do tema.

No entanto, o ensino da genética muitas vezes enfrenta desafios devido a métodos abstratos e desconexos da realidade dos alunos. Para superar isso foi necessário o uso de recursos didáticos que tornassem o aprendizado mais concreto e acessível. Modelos didáticos manipuláveis, como maquetes de células e representações visuais do DNA foram exemplos de ferramentas que facilitaram a compreensão dos conceitos. Durante as aulas, a interação entre professores e alunos por meio desses materiais didáticos foi fundamental para estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes. Os diálogos evidenciaram como a manipulação desses modelos promoveu um entendimento mais claro dos conceitos abordados. A investigação sobre os pré-requisitos essenciais para o estudo de genética ressaltou a relevância desses conceitos fundamentais na construção do conhecimento científico. Essa base sólida é crucial para uma compreensão mais profunda e ampla da genética e seus princípios.

A genética exerce uma forte influência no nosso dia a dia, e a professora abordou essa temática de forma abrangente durante as aulas. Além de discutir sobre saúde e predisposições genéticas, também foram explorados tópicos como alimentos transgênicos. Os alunos mostraram interesse e curiosidade, revelando dúvidas sobre diversos aspectos da genética aplicada à vida cotidiana. A professora também abordou questões relacionadas à saúde, como a predisposição genética para doenças e a importância do estilo de vida na prevenção. Os alunos demonstraram interesse e participaram ativamente da discussão, compartilhando experiências pessoais e fazendo questionamentos pertinentes.

Ao longo das aulas, os alunos foram incentivados a pensar criticamente sobre os temas abordados, desenvolvendo habilidades de tomada de decisão e compreensão das implicações sociais e éticas da genética. A professora

desempenhou um papel importante ao promover um ambiente de aprendizado que estimulou o debate e a reflexão sobre essas questões complexas.

No processo de construção do conhecimento genético, foram empregadas diversas ferramentas pedagógicas para integrar os conhecimentos espontâneos dos alunos aos conceitos científicos. Uma dessas ferramentas foi o uso de mapas mentais, os quais ajudam a organizar informações de forma clara e compreensível, estimulando tanto a lógica quanto a criatividade. Além disso, a professora utilizou jogos interativos, como o "Show de Genética", para promover a participação ativa dos alunos e aprofundar o entendimento do conteúdo. Outra estratégia foi a utilização de vídeos que exemplificavam conceitos genéticos no cotidiano, seguida de pausas para discussões em sala de aula. Durante as interações em sala de aula, os alunos demonstraram curiosidade e levantaram questões que promoveram o diálogo e a reflexão, como no caso da determinação da cor dos olhos com base na genética. Essas situações-problema estimularam o pensamento crítico e contribuíram para a construção do conhecimento. Por meio de exercícios de fixação, a professora avaliou o aprendizado dos alunos e incentivou a aplicação prática dos conceitos discutidos. Assim, a integração de diferentes estratégias pedagógicas proporcionou um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo, onde os alunos puderam desenvolver suas habilidades cognitivas e ampliar seu entendimento sobre genética.

Ao analisar as frases sobre genética elaboradas pelos alunos no início da pesquisa, os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo, a dinâmica das aulas com mapas mentais, modelos didáticos manipuláveis e jogos, por exemplo, os alunos fizeram uso dos conceitos espontâneos e científicos que serviram como mediadores na compreensão dos temas abordados nas aulas.

A adaptação das técnicas de ensino pode focar mais no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, em vez de apenas na memorização de conteúdo. O baixo rendimento dos alunos é uma oportunidade para a professora refletir sobre sua própria prática, buscando desenvolvimento profissional contínuo. Em suma, repensar a prática docente é uma parte vital do desenvolvimento profissional de um educador e é crucial para atender efetivamente às necessidades de aprendizagem de todos os alunos.

Frente a grande complexidade e rapidez com que novas descobertas surgem na ciência contemporânea, é importante ressaltar que, no entanto, o objetivo do ensino de ciências não é formar verdadeiros cientistas, mas formar pessoas que pensem

sobre as coisas do mundo, considerando as informações disponíveis de forma direta ou indireta. Assim, serão capazes de exercer sua cidadania, enfrentando problemas reais e procurando soluções para eles. Desse modo, os alunos precisam estar 'alfabetizados cientificamente', ou seja, saber como é produzido o conhecimento científico, e quais as formas de apreendê-lo e aplicá-lo no seu cotidiano (Scheid, 2001, p. 280-29).

Durante a pesquisa identificou - se vários conceitos espontâneos no discurso de seus alunos, como "os filhos puxam suas características dos pais". Também foram pontuados que os genes teriam papel absoluto e determinante de características, subestimando a influência de fatores ambientais no fenótipo. Outra concepção elencada durante as aulas iniciais da intervenção foram que as características genéticas dos pais se misturavam de maneira uniforme em seus descendentes. Ideia existente por desconhecer a natureza da herança genética, incluindo conceitos de dominância, recessividade, segregação dos genes. Alguns alunos também acreditavam que as características adquiridas ao longo da vida de um organismo poderiam ser transmitidas para a próxima geração.

Outro ponto a destacar foi em relação ao estudo dos grupos sanguíneos, nessa abordagem genética os conceitos espontâneos foram identificados quando os alunos expressaram muitas dúvidas em relação ao assunto, desconhecendo a natureza poligênica e multifatorial na determinação dos tipos sanguíneos. A maioria dos educados revelavam concepções simplificadas sobre os tipos sanguíneos esperando resultados diretos e previsíveis em todos os casos.

Estes foram exemplos de alguns dos conceitos espontâneos identificados pela professora ao longo do processo interventivo, os quais foram trabalhados durante as aulas a fim de auxiliar os alunos a desenvolver uma compreensão mais precisa e completa dos conceitos científicos.

Os conceitos científicos foram identificados no decorrer da intervenção quando os alunos demonstraram compreender que os traços genéticos são determinados pela combinação de genes herdados dos pais, e não apenas por características observáveis. Além disso, quando os educandos começaram a entender a diferenciação entre genótipo e fenótipo, reconhecendo que o genótipo representa a combinação específica de alelos de um organismo, enquanto o fenótipo se refere às características observáveis resultantes dessa combinação genética. Outro ponto indicador de compreensão científica foi no entendimento sobre a herança de

características através de cruzamentos genéticos, aplicando as leis de Mendel para prever os resultados de determinados cruzamentos. Esses sinais de compreensão científica foram observados ao longo das atividades práticas, discussões em sala de aula e avaliações realizadas durante a intervenção.

Considerando que o propósito desta intervenção era promover a compreensão de assuntos relacionados a genética, a professora chegou à conclusão, fundamentada nas observações feitas, nos resultados das diversas atividades realizadas, nos exercícios com questões do ENEM, bem como, nos dados coletados nos pré-testes e pós-testes, que o objetivo foi alcançado. Essa conclusão também está baseada nos resultados finais dos alunos do 3º ano, entre os anos de 2016 e 2023, ou seja, sem a intervenção e depois dela.

A professora analisou que o aproveitamento foi inferior durante a pandemia, evidenciando a possível queda no desempenho acadêmico dos alunos do Ensino Médio Noturno em Biologia nos anos 2020 e 2021. Os dados obtidos revelaram que houve uma diminuição significativa de aproveitamento em comparação com os períodos anteriores. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, como a transição para o ensino remoto, dificuldades de adaptação ao novo formato de aprendizagem, falta de acesso adequado à tecnologia, problemas decorrentes do isolamento social, entre outros. A análise desses dados pode subsidiar medidas para mitigar em estudos posteriores os impactos negativos da pandemia na aprendizagem dos alunos, como programas de recuperação de conteúdo, reforço escolar, apoio psicológico e pedagógico, além de ajustes nas estratégias de ensino para melhor atender às necessidades dos estudantes em situações de ensino remoto ou híbrido.

Essa abordagem pedagógica realizada pela pesquisadora, embora tenha sido benéfica nesta situação específica, pode ser reavaliada anualmente, servindo como um ponto de partida para futuros trabalhos em genética. A necessidade de revisão surge devido ao fato de que, no início de cada ano letivo, turmas distintas são formadas por jovens com perfis variados.

Ao analisar os dados reunidos na categoria “Avaliando os procedimentos de ensino”, a professora compreendeu que as suas subdivisões se atribuem ao fato do conteúdo genética ser muito abrangente e estar relacionado a diversos assuntos da sociedade, como, saúde pública, agricultura e segurança alimentar, biotecnologia e ética, entre outros. Sendo assim, no decorrer das diferentes estratégias de ensino utilizadas nesta intervenção, vários assuntos correlacionados emergiram, e, nesse

momento, muitos conhecimentos foram coletivamente construídos.

A segunda e última categoria, “Avaliando as aprendizagens dos alunos”, traz os resultados que obtive com este projeto interventivo. As subcategorias “Diagnóstico do conhecimento dos alunos” e “Importância de trabalhar questões do ENEM” reúnem dados que demonstram o quanto este trabalho colaborou para a aprendizagem dos estudantes em relação ao conteúdo de genética, bem como aos demais tópicos que emergiram durante as aulas.

A pesquisadora destaca que a insatisfação inicial com certos aspectos do trabalho que estava conduzindo, mencionada nas "Considerações iniciais" deste relatório, evoluiu para satisfação ao observar os resultados da intervenção. Contudo, ratifica que a prática docente se define pela constante busca por novos conhecimentos, sempre visando compartilhá-los com os estudantes.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, Antonio Carlos Rodrigues de. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 47-65, 2001.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. (2013). **A Pedagogia da Aprendizagem Ativa**. Curitiba: Editora Moderna, p. 151.
- BONADIO, R.S.; PAIVA, S.G.; KLAUTAU-GUIMARÃES, N. Ensino e aprendizagem de conceitos em genética: a divisão celular. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)*. Anais. Águas de Lindóia, SP, p. 01-06, 2015.
- BORDENAVE, Juan D.; PEREIRA, Adair M. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BRANCO, E.; ZANATTA, S. **BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor**. *In: Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 4, n. 3, p. 58-77, 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. p. 5. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 17 de ago. 2022
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3fwaSGn>. Acesso em: 17 de ago. 2022.
- BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Art. 205. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf\\_legislacao/superior/legisla\\_superior\\_const.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/superior/legisla_superior_const.pdf) Acesso em: 17 ago. 2022
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio**. Parte III. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <https://bit.ly/3RpgUG6>. Acesso em: 17 de ago. 2022.
- BRASIL. **Parecer nº 1.301/2001, do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior**. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/2JOx3XG>. Acesso em: 17 de ago. 2022.
- BRUM, Elciete de Campos Moraes; SILVA, Caren Siane Barcelos da. **Novo ensino médio: perpetuando a desigualdade social**. *In: BIANCHETTI, Cleber. Educação e ensino em diferentes contextos: entre saberes e práticas*. Curitiba - PR, Editora Bagai, 2023. p. 73-86.
- BUZAN, Tony. **Dominando a técnica dos mapas mentais: guia completo de aprendizado e o uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana**; Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. – São Paulo: Cultrix, 2019.
- CABALLER, María Jesús Senabre; I. GIMÉNEZ. **Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica**. Enseñanza de Las

Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, v. 11, n. 1, p. 63-68, 1993.

CANDELA, A. **A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências**. Em C. Coll (Ed.), Ensino, Aprendizagem e discurso em sala de aula (pp. 143-169). Porto Alegre: ArtMed; 1998.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CAVALCANTE, Dannuza Dias; SILVA, A. F. A. da. **Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR, 2008.

CORAZZA-NUNES, Maria Júlia *et al.* Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 3, p. 522-533, 2006.

COSTAS, Fabiane Adela Tonetto. **Formação de conceitos em crianças com necessidades educacionais especiais**: contribuições da Teoria Histórico Cultural. Santa Maria: Editora UFSM, 2012. 200 p.

DAMIANI, Magda F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**. Pelotas, v. 45, p.57 – 67, mai. /ago. 2013. Disponível em : <https://bit.ly/3UNCyXm>. . Acesso em: 15 mai. 2022.

DUSO, Leandro *et al.* Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 15, p. 29-44, 2013.

FALA, Angela Maria; CORREIA, Elisete Marcia; PEREIRA, Humberto D.'Muniz. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 100-123, 2010.

FANTAPPIE, Marcelo. Epigenética e memória celular. **Revista carbono**, v. 3, 2013.

FERP, UGB; OLIVEIRA, Carlos José. Otimização do Tempo em Sala de Aula. In: II **Simpósio de Pesquisa e Práticas Pedagógicas**. Ceará: Sobral, 2014.

FIALHO, Flavia Andrade Nunes; DIAS, Ieda Maria Ávila Vargas; REGO, Marisa Palacios de Almeida. Termo de assentimento: participação de crianças em pesquisas. **Revista Bioética**, v. 30, p. 423-433, 2022.

GAMBIN, Kely Cristina. **O ensino de genética no ensino médio do Brasil**: uma análise a partir de documentos e políticas educacionais e curriculares . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, Cerro Largo, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/6435/1/GAMBIN.pdf>. Acessado em: 05 de jan. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 1989.

GONÇALVES, Suzane da Rocha Vieira. **Interesses mercadológicos e o “novo” ensino médio**. In: Revista Retratos da Escola, Brasília, v. 11, n. 20, p. 131-145, jan./jun. 2017.  
[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em 07 fev. 2024.

IAVELBERG, Catarina. **Hora do recreio: as lições do intervalo**. Gestão Escolar, 2010. Disponível em < <https://urlis.net/9bomnhnp>> Acesso em 19 nov 2023.

JOAQUIM, Leyla Mariane. **Genes: questões epistemológicas, conceitos relacionados e visões de estudantes de graduação**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) -, Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2009.

JÚNIOR, Álvaro Lorencini. **O Professor e as Perguntas na Construção do Discurso em Sala de Aula**. São Paulo: 2000.

JUSTINA, LAD; FERLA, MR. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do MUDI**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. 2001, Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

KOSLINSKI, Mariane. BARTHOLO, Tiago. **Impactos da pandemia na educação brasileira**. Dados para um Debate Democrático na Educação, 2022. Disponível em: <https://encr.pw/ZAWDZ>. Acesso em: 20 de nov. 2023.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2019.

LEMKE, J. L.. **Aprender a Hablar Ciencia: Lenguaje, Aprendizaje y Valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSNAJDER, Fernando. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2007.

LINS, Maria Judith Sucupira da Costa; MIRANDA, Bruna Rodrigues Cardoso. Ética e liberdade: lidando com os conflitos existentes no ambiente escolar. **Revista do NUFEN**, v. 12, n. 1, p. 143-157, 2020.

LOIZOS, Peter. **Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa**. In: BAUER, Martin; GASKELL, George. Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2007. p. 137-155.

LOPES, Tania Oliveira. **Aula expositiva dialogada e aula simulada: comparação entre estratégias de ensino na graduação em Enfermagem**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7140/tde-16052012-104658/>. Acesso em: 05 de jan. 2024.

LOPES, Sônia. **Biologia**: volume único. São Paulo: Saraiva, 2008.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Em aberto, v. 5, n. 31, 1986.

MACEDO, Elizabeth. **Base nacional curricular comum: a falsa oposição entre conhecimento para fazer algo e conhecimento em si**. In: Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 32, n.02, p. 45-67, abr./jun. 2016.

MANZKE, Vítor Hugo Borba. **Aspectos da interação entre o professor de biologia e o livro didático no ensino de genética, na cidade de Pelotas, RS**. 1999. 159f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://bit.ly/3fu3fAn>. Acesso em: 17 de ago. 2022.

MEDEIROS, Ariane Dantas de; NETO, Luiz Sodré. **O ENEM como ferramenta (re)formuladora do currículo escolar e da prática docente**. In: Revista Eletrônica Debates em Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 02, p. 146-167. Vitória, 2018.

MENEZES, Josinalva Estacio. A pedagogia de paulo freire em atividades com jogos matemáticos: educação, autonomia e cidadania. In: **VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática-2013**. 2013.

MIGUEL, Kassiana da Silva *et al.* A abordagem didático-investigativa no ensino médio: um estudo acerca do DNA. ETD – **Educação Temática Digital**, v. 16, n.2, p. 327-345, São Paulo: Campinas, 2014.

MIRANDA, Luiz Carlos Duarte de. A produção científica e a ética em pesquisa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 33, p. 411-412, 2006.

MODENA, Sandra. **Video based learning: como funciona essa metodologia de aprendizagem**. Desafios da educação. Grupo A. Porto Alegre, 2020. Disponível em < <https://shorturl.at/rvH26> >. Acesso em 20 de nov 2023.

MORAES, Roque. **Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva**. Ciência & Educação (Bauru), v. 9, p. 191-211, 2003.

MORAM, Jose. **Manuel Novas Tecnologias e Mediação Pedagógicas**. São Paulo: Papiros, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da Aprendizagem**. 3. ed. ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

MORGADO, Sofia; *et al.* **Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas e ensino tradicional**: um estudo centrado em “transformação de matéria e de energia”. *In*: Revista Ensaio, v. 18, n. 2, p. 73-97. Belo Horizonte, 2016. Disponível em <<https://l1nq.com/nKS4C>> Acesso em 15 dez 2023.

OLIVEIRA, Geison Mendes de Freitas. **Integrando o conteúdo de MCU e MHS por meio de observação de luas de Júpiter**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2018.

PALACIOS, F. Javier Perales; DE DIOS JIMÉNEZ, Juan. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana *et al.* Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3U110uJ>. Acesso em: 17 de ago. 2022.

PEREIRA, Sara de Souza; DA CUNHA, Joyciane Santiago; DE LIMA, Eldianne Moreira. Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 41-59, 2020.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. Tradução: Naila Freitas. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMOS, Pedro Rodrigues. **Ligue para a aula, desligue o celular**. 2016. 53f. TCC (Faculdade de Comunicação) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2016.

RUBINSTEIN, S. L. **Princípios de psicologia geral**. Volume IV. 2. ed. Lisboa: Estampa, 1973.

SALGADO, Pedro, BRUNO, Joana, PAIVA, Mafalda, e PITA, Xavier. A ilustração científica como ferramenta educativa. XV Encontro Nacional de Ciências. v. 11. n. 39 **Revista Interações**, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico: Santarém, Portugal, 2015.

SANTOS, Ana Cecilia Ribeiro dos; OLIVEIRA, Luciana Larissa Gama de; FARIAS, Luciana de Nazaré. Formação inicial de professores de Biologia: desenvolvimento de ferramentas facilitadoras para o ensino de genética. *In*: **Educação na Contemporaneidade: tensões e desafios**. 1. ed. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

SANTOS, F. S. *et al.* **Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de genética.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 19, n. 2, p. 359-383, 2020.

SANTOS, Paulo Rafael dos. **Mapas mentais como instrumento avaliativo.** Dissertação. Mestrado em Ciências (Programa de Mestrados Profissional em Projetos Educacionais de Ciências. Escola de Engenharia) - Universidade de São Paulo: Lorena, 2023.

SCHEID, N. M. J. **Os conceitos de genética e as implicações na docência.** Dissertação de Mestrado em Educação na Ciência. Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul: Ijuí, 2001.

SILVA, Jéssica Emily dos Santos. O uso das imagens como recurso facilitador da aprendizagem em biologia. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 135, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3Ckhcd3>. Acesso em: 29 de set. 2022.

SILVA, Maria Simone Franklin Da. SANTOS, Josivanio de Souza dos; DIAS, Thiago Jaderlino. A importância do ambiente para aprendizagem escolar. *In: Anais IV CONAPESC - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências.* Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: < <https://acesse.dev/ToeqM> >. Acesso em: 19 de nov. 2023.

SILVA JÚNIOR, Bento Selau da. **Fatores associados à conclusão da educação superior por cegos:** um estudo a partir de L. S. Vigotski. 2013. 288 f. Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal de Pelotas: Pelotas, 2013.

SILVA, M. R. D.. **A bncc da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso.** Educação em Revista, v. 34, p. e214130, 2018. Disponível em: [www.scielo.br/j/edur/a/V3cqZ8tBtT3Jvts7JdhxxZk/?format=html#](http://www.scielo.br/j/edur/a/V3cqZ8tBtT3Jvts7JdhxxZk/?format=html#). Acesso em 20 ago. 2022.

SILVA, João Carlos; ALMEIDA, Roberto FERREIRA, Maria Luiza. **Mediação Pedagógica e o Papel do Professor.** São Paulo: Editora Educacional; 2011.

SOLHA, Gustavo Cirauo Fraga. Da Silva, Edson Pereira. **Onde está o lugar do conceito de gene?** v.19, p.45-68. Porto Alegre: Episteme, 2004.

Silveira, L. F. dos S. (2008). **Uma contribuição para o ensino de Genética.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TEMP, Daiana Sonogo. **Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise de recursos presentes em livros de biologia.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências) -. Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria, 2011.

TIMBANE, Sansão Albino; AXT, Margarete; ALVES, Evandro. O celular na escola: vilão ou aliado. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**, p. 768-773, 2015.

VIEIRA, L.; NICOLODI, J.; DARROZ, L.. A área de Ciências da Natureza nos PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 5, p. 105-122, 2021.

VIGOTSKI, L. S.. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2 ed. São Paulo: editora WMF Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKI, L.S. **A Formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psíquicos superiores**. 7 ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.

ZALUSKI, Felipe Cavalheiro. OLIVEIRA, Tarcisio Dorn de. **A utilização de jogos como proposta de metodologia ativa: reflexões no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior**. In: XVIII Seminário Internacional de Educação do Mercosul. Universidade de Cruz Alta: Cruz Alta, 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE INSTITUIÇÃO CO-PARTICIPANTE

A pesquisadora CAREN SIANE BARCELOS DA SILVA responsável pela execução da pesquisa intitulada **TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**, solicita autorização para realização da referida pesquisa nesta instituição, que em caso de aceite passa a ser coparticipante do projeto. A autorização fica **condicionada à prévia aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unipampa** (Prédio Administrativo da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana – BR 472, Km 592 – Uruguaiana – RS – telefones: (55) 3911 0200 – Ramal: 2289 (55) 3911 0202, – e-mail: cep@unipampa.edu.br) devidamente registrado junto à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP/MS), respeitando a legislação em vigor sobre ética em pesquisa em seres humanos no Brasil (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12 e regulamentações correlatas).

Em resposta a solicitação:

Eu, LUCIANA FREITAS, ocupante do cargo de diretora no I. E. E. Aimone Soares Carriconde , autorizo a realização nesta instituição (I.E.E. Aimone Soares Carriconde) a pesquisa **TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**, sob a responsabilidade da pesquisadora Caren Siane Barcelos da Silva, tendo como objetivo primário planejar e implementar uma proposta interventiva de ensino e aprendizagem de genética baseada nos conceitos espontâneos e científicos segundo Vigotski , com alunos de 3º Ensino Médio, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos a respeito do assunto proposto.

Afirmo que fui devidamente orientado sobre a finalidade e objetivos da pesquisa, bem como sobre a utilização de dados exclusivamente para fins científicos e que as informações a serem oferecidas para o pesquisador serão guardadas pelo tempo que determinar a legislação e não serão utilizadas em prejuízo desta instituição e/ou das pessoas envolvidas, inclusive na forma de danos à estima, prestígio e/ou prejuízo econômico e/ou financeiro. Além disso, durante ou depois da pesquisa é garantido o anonimato dos sujeitos e sigilo das informações.

Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição

coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa nela recrutados, dispondo da infraestrutura necessária para tal.

Arroio Grande, 26 de agosto de 2021.

---

Assinatura do responsável e carimbo e ou CNPJ da instituição coparticipante

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Caros pais e/ou responsáveis, o (a) aluno (a) ..... está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**, desenvolvida por **Caren Siane Barcelos da Silva**, discente de Curso de Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal do Pampa - campus Jaguarão, sob orientação do Professor **Dr. Bento Selau da Silva Júnior**, que tem como objetivo planejar e implementar uma proposta interventiva de ensino e aprendizagem de genética baseada nos conceitos espontâneos e científicos segundo Vigotski, com alunos de 3º Ensino Médio, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos a respeito do assunto proposto. O convite a sua participação se deve a fazeres parte do grupo com perfil a ser pesquisado, isto é, alunos do 3 Ano do Ensino Médio desta escola.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma.

Serão tomadas as seguintes medidas e/ou procedimentos para assegurar a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas: apenas os pesquisadores do projeto, que se comprometeram com o dever de sigilo e confidencialidade terão acesso a seus dados e não farão uso destas informações para outras finalidades, bem como qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa.

A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento sem qualquer prejuízo. A sua participação consistirá em responder perguntas de dois roteiros de questionários à pesquisadora do projeto e fazer mapas conceituais dos estudos realizados. Serão realizadas no decorrer das atividades gravações as quais somente acontecerão se houver autorização do entrevistado.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

As entrevistas serão transcritas e armazenadas, em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas a pesquisadora e sua orientador”. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS e orientações do CEP/Unipampa e com o fim deste prazo, será descartado”.

A pesquisa irá exigir dos alunos o compromisso de participar das atividades teóricas e práticas com o pesquisador. Para participar deste estudo o estudante não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Após os devidos esclarecimentos, no caso de autorizar a participação do(a) aluno(a) acima citado(a) neste estudo, assine este documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável.

Nome do Responsável:

---

Assinatura do Responsável:

---

Assinatura do Pesquisador:

---

Arroio Grande, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

---

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UNIPAMPA - Campus Uruguaiana – BR 472, Km 592, Prédio Administrativo – Sala 7A - Caixa Postal 118- CEP 97500-970 – Uruguaiana- RS. Telefone (55) 3911-0202 ramal 2289 - e-Mail: [cep@unipampa.edu.br](mailto:cep@unipampa.edu.br)

Contato com o(a) pesquisador(a) responsável: Telefone (53) 984423872, e-mail [carensilva.aluno@unipampa.edu.br](mailto:carensilva.aluno@unipampa.edu.br)

## **APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caros aluno (a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **TEORIA E PRÁTICA NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**, desenvolvida por **Caren Siane Barcelos da Silva**, discente de Curso de Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal do Pampa- campus Jaguarão, sob orientação do Professor **Dr. Bento Selau da Silva Júnior**, que tem como objetivo planejar e implementar uma proposta interventiva de ensino e aprendizagem de genética baseada nos conceitos espontâneos e científicos segundo Vigotski, com alunos de 3º Ensino Médio, procurando avaliar os impactos desse processo na aprendizagem dos alunos a respeito do assunto proposto. O convite a sua participação se deve a fazeres parte do grupo com perfil a ser pesquisado, isto é, alunos do 3 Ano do Ensino Médio desta escola.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma.

Serão tomadas as seguintes medidas e/ou procedimentos para assegurar a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas: apenas os pesquisadores do projeto, que se comprometeram com o dever de sigilo e confidencialidade terão acesso a seus dados e não farão uso destas informações para outras finalidades, bem como qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa.

A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento sem qualquer prejuízo. A sua participação consistirá em responder perguntas de dois roteiros de questionários à pesquisadora do projeto e fazer mapas conceituais dos estudos realizados. Serão realizadas no decorrer das atividades gravações as quais somente acontecerão se houver autorização do entrevistado.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

As entrevistas serão transcritas e armazenadas, em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas a pesquisadora e sua orientador”. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS e orientações do CEP/Unipampa e com o fim deste prazo, será descartado”.

A pesquisa irá exigir dos alunos o compromisso de participar das atividades teóricas e práticas com o pesquisador. Para participar deste estudo o estudante não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Após os devidos esclarecimentos, no caso de autorizar a participação do(a) aluno(a) acima citado(a) neste estudo, assine este documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável.

Nome do Responsável:

---

Assinatura do Responsável:

---

Assinatura do Pesquisador:

---

Arroio Grande, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

---

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UNIPAMPA - Campus Uruguiana – BR 472, Km 592, Prédio Administrativo – Sala 7A - Caixa Postal 118- CEP 97500-970 – Uruguiana- RS. Telefone (55) 3911-0202 ramal 2289 - e-mail: [cep@unipampa.edu.br](mailto:cep@unipampa.edu.br)

Contato com o(a) pesquisador(a) responsável: Telefone (53) 984423872, e-mail [carensilva.aluno@unipampa.edu.br](mailto:carensilva.aluno@unipampa.edu.br)

## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO

1. Do que achas que trata a hereditariedade?
  
2. Já ouvistes falar em genes? (Assinala a tua resposta).

SIM

NÃO

( Se assinalastes sim, responde as próximas perguntas; se respondestes não, passa para a questão 3)

- a) Onde ouvistes falar de genes?
- b) Onde achas que se localizam?
- c) De que são constituídos?
- d) Qual te parece ser a importância que os genes têm para os organismos?

3. Em relação ao DNA, responde:

- a) Pensando em teu organismo, onde se localiza o DNA?
- b) Qual sua importância?

4. Em relação aos cromossomos, responde:

- a) No teu organismo, onde se localizam os cromossomos?
- b) De que são constituídos?
- c) Qual a importância dos cromossomos no organismo?

5. Nos animais, as células da pele dividem-se continuamente para produzir novas células.

(Abaixo assinala as respostas que julgares corretas e justifica).

- a) As novas células formadas contêm o mesmo número de cromossomos que a célula original ou número diferente?

O MESMO

DIFERENTE

Por quê?

---



---



---

b) O DNA nas células-filhas é idêntico ou é diferente da célula-mãe, antes da divisão?

IDÊNTICO

DIFERENTE

Por quê?

---



---



---

c) As células-filhas têm a mesma informação genética ou informação genética diferente?

A MESMA

DIFERENTE

Por quê?

---



---



---

d) Uma célula da pele e uma célula muscular ou pulmonar, do mesmo organismo, têm a mesma informação genética ou informação genética diferente?

A MESMA

DIFERENTE

Por quê?

---



---



---

6. Ainda nos animais, as células também se dividem quando os gametas estão a ser produzidos.

(Tal como a questão anterior, assinala as respostas que julgares corretas e justifica).

a) Se a célula original contiver 8 cromossomos, quantos cromossomos conterá cada uma das células resultantes?

8

4

12

Por quê?

---

---

---

b) A célula resultante e a que lhe deu origem têm a mesma informação genética ou informação genética diferente?

A MESMA

DIFERENTE

Por quê?

---

---

---

---

c) Esses gametas têm a mesma informação genética que, por exemplo, uma célula da pele (no mesmo organismo)?

A MESMA

DIFERENTE

Por quê?

---

---

---