

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE
CAMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

AMANDA MACHADO CAETANO

**TRILHANDO O CONHECIMENTO: A UTILIZAÇÃO DA
APRENDIZAGEM POR JOGOS PARA O ENSINO DE
DNA E RNA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

**Pelotas
2024**

AMANDA MACHADO CAETANO

TRILHANDO O CONHECIMENTO: A UTILIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR JOGOS PARA O ENSINO DE DNA E RNA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do Campus Pelotas - Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:
28/11/2024

Banca examinadora:

Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira
Orientadora
(IFSul/CAVG)

Prof. Dr. Fabricio Luís Lovato
Coorientador
(IFSul/CAVG)

Prof. Dr. Nelson Luiz Reyes Marques
(PPGCITED - CaVG/IFSul)

Profa. Dra. Tângela Denise Perleberg
(CaVG/IFSul)

Profa. Dra. Isabel Lopes Vighi
(UFPel)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C128t Caetano, Amanda Machado

Trilhando o conhecimento: a utilização da aprendizagem por jogos para o ensino de DNA e RNA nos anos finais do ensino fundamental / Amanda Machado Caetano. – 2024.

113 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Câmpus Pelotas Visconde da Graça, Programa de Pós - graduação em Ciências e Tecnologias da Educação, 2024.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Maria Isabel Giusti Moreira.

Co-orientação: Prof. Dr. Fabricio Luis Lovato.

1. Metodologias ativas. 2. Biologia molecular. 3. Genética - ensino. 4. Jogos didáticos. I. Moreira, Maria Isabel Giusti (orient.). II. Lovato, Fabricio Luis (co-orient.). III. Título.

CDU: 577

Catalogação na fonte elaborada pelo Bibliotecário
Emerson da Rosa Rodrigues CRB 10/2100
Câmpus Pelotas Visconde da Graça

Dedico este trabalho aos meus pais Innocência Lacy e Geny.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer à minha família, principalmente aos meus pais, Lacy e Geny (*in memoriam*). Se não fosse pelos seus ensinamentos, eu nunca teria chegado onde cheguei. Agradeço profundamente pela educação, carinho, amor e pelo caráter que me ensinaram, sempre me fazendo dar valor a tudo e a todos.

À minha tia Thereza (*in memoriam*), que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu nem pensava em fazer Mestrado. Ela dizia: "Faz, e depois já faz o Doutorado." Isso me mostrou que não é preciso ter muito estudo para oferecer apoio e incentivo.

Ao meu esposo, Jozemar, e à minha filha, Mariana, pelo apoio e ajuda. Vocês são meus alicerces.

À minha irmã Arinda, meu sobrinho Anderson, minha sobrinha Camila e minha afilhada Flávia, que sempre me apoiaram e incentivaram a alcançar meus sonhos, acreditando no meu potencial e capacidade.

À diretora e amiga Ivana, por sempre me entender e me incentivar incansavelmente em todos os momentos.

Às minhas amigas Angela, Marlete e Cleunice, pelo carinho, compreensão e por sempre acreditarem em mim, me dando apoio e incentivo para que eu nunca desistisse.

Às minhas amigas e colegas Janaína, Angélica e Eliane, pelo apoio ao longo desses anos de curso.

Aos professores do curso, pela dedicação, comprometimento e qualidade do Mestrado.

À minha orientadora, Isabel, por me aceitar em um momento em que eu estava sem orientador. Que presente eu ganhei! Uma pessoa amiga, comprometida, dedicada e responsável, sempre disposta a ajudar, tirar dúvidas, com paciência e incentivo. Posso utilizar todas as características do mundo e ainda faltarão palavras para descrevê-la.

À banca, composta por excelentes profissionais. Tenho muito orgulho de ter sido avaliada por vocês, que contribuíram significativamente para que meu trabalho se tornasse cada vez melhor.

Agradeço a todos e a todas pela paciência e compreensão, por entenderem minhas ausências em diversos momentos para que eu pudesse me dedicar ao Mestrado.

"A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo" (Nelson Mandela)

RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo desenvolver e avaliar um jogo didático que promovesse a evolução conceitual sobre o material genético (DNA e RNA) para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. O recurso central foi o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", desenvolvido como parte de uma estratégia metodológica ativa, visando facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos. O referencial teórico baseia-se na Teoria Sócio-Histórico-Cultural de Vigotski, que enfatiza o papel das interações sociais e culturais na construção do conhecimento, além de estudos sobre metodologias ativas, com foco no uso de jogos como ferramenta pedagógica para conceitos complexos. A metodologia qualitativa, baseada em Yin, envolveu questionários, observações e rodas de conversa, que permitiram conhecer os conhecimentos espontâneos dos alunos. Após uma aula expositiva dialogada, os alunos jogaram o jogo. A análise dos dados mostrou que a maioria considerou o jogo divertido, interativo e colaborativo, aumentando o interesse pela atividade. Além disso, o jogo contribuiu para a evolução dos conceitos espontâneos para os científicos, como a estrutura e função do DNA e RNA. A interação durante o jogo criou um ambiente de apoio mútuo, promovendo o desenvolvimento cognitivo na Zona de Desenvolvimento Iminente, conforme Vigotski. A utilização de jogos didáticos no ensino de Ciências, especialmente em genética, mostrou-se como uma possibilidade para tornar o ensino mais dinâmico e atrativo, incentivando outros educadores a adotarem metodologias ativas.

Palavras-chave: Jogos didáticos; Ensino de Genética; DNA; RNA; Metodologias Ativas

ABSTRACT

This dissertation aimed to develop and evaluate an educational game that promotes conceptual development about genetic material (DNA and RNA) for 9th-grade students in Elementary School. The central resource was the game "*Trilha Genética do DNA e RNA*" (Genetic Trail of DNA and RNA), developed as part of an active methodological strategy to facilitate the learning of abstract and complex concepts. The theoretical framework is based on Vigotski's Socio-Historical-Cultural Theory, which emphasizes the role of social and cultural interactions in knowledge construction, along with studies on active methodologies focusing on the use of games as a pedagogical tool for complex concepts. The qualitative methodology, based on Yin, involved questionnaires, observations, and discussion circles, which allowed the identification of students' spontaneous knowledge. After an interactive lecture, students played the game. Data analysis showed that most students found the game enjoyable, interactive, and collaborative, increasing their interest in the activity. Furthermore, the game contributed to the progression from spontaneous to scientific concepts, such as the structure and function of DNA and RNA. Interaction during the game fostered a supportive environment, promoting cognitive development within the Zone of Imminent Development, as per Vigotski. The use of educational games in science teaching, particularly in genetics, proved to be a promising approach to make education more dynamic and engaging, encouraging other educators to adopt active methodologies.

Keywords: Didactic Games; Genetics Teaching; DNA; RNA; Active Methodologies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Jogo Didático do Sousa (2019)	23
Figura 2. Jogo didático do Santos <i>et al.</i> (2021)	24
Figura 3. Jogo Didático de Santos (2022)	26
Figura 4. Jogo Didático de Paes (2019)	27
Figura 5. Jogo Didático de Silva (2020).....	29
Figura 6. Jogo Didático de Silva (2022).....	30
Figura 7. Jogo Didático de Dornelles (2020)	32
Figura 8. Tabuleiro do Jogo.....	61
Figura 9. Alunos da Turma 91 na roda de conversa	65
Figura 10. Alunos da Turma 91 na Aula Expositiva Dialogada.....	69
Figura 11. Alunos da Turma 91 jogando a "Trilha Genética do DNA e RNA"	71
Figura 12. Alunos jogando no Tabuleiro da "Trilha Genética do DNA e RNA"	72
Figura 13. Alunos da Turma 92 na roda de conversa	81
Figura 14. Alunos da Turma 92 na Aula Expositiva Dialogada.....	84
Figura 15. Alunos da Turma 92 jogando a "Trilha Genética do DNA e RNA"	85
Figura 16. Alunos da Turma 92 jogando no Tabuleiro da "Trilha Genética do DNA e RNA"	86
Figura 17. Capa do Produto Educacional.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos escolhidos para a revisão de literatura.	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE - Atendimento Educacional Especializado

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da educação básica

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

EUA – Estados Unidos da América

EVA - Mistura Etil, Vinil e Acetato

FPS – Funções Psicológicas Superiores

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MDF - Medium Density Fiberboard

NECIM - Núcleo de Estudos em Ciências e Matemática

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

RNA - Ácido Ribonucleico

TCLE – Termo de Compromisso Livre e Esclarecido

ZDI - Zona de Desenvolvimento Iminente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Justificativa.....	17
2. TRAJETÓRIA DA AUTORA	19
3. REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1. A utilização de jogos didáticos para o Ensino de Genética.....	23
3.2. Considerações sobre as obras.....	34
4. O ENSINO DE CIÊNCIAS	37
4.1. História do Ensino de Ciências Naturais	37
4.2. O ensino de Ciências atualmente.....	40
4.3. Ensino de Genética (DNA e RNA).....	44
5. METODOLOGIAS ATIVAS E APRENDIZAGEM POR JOGOS	46
5.1. Jogos Didáticos e o Ensino de Ciências	49
6. REFERENCIAL TEÓRICO	52
7. PERCURSO METODOLÓGICO	56
7.1. Contexto da Pesquisa	57
7.2. Sujeitos da Pesquisa.....	59
8. PROPOSTA DIDÁTICA: JOGO TRILHA GENÉTICA DO DNA E RNA	60
9. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	64
9.1. Análise da Turma 91	65
9.2. Análise da Turma 92.....	81
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

APÊNDICE A – TCLE	100
APÊNDICE B - CONTEÚDO DAS CARTAS DESAFIO	101
APÊNDICE C - CONTEÚDO DAS CARTAS VOCÊ SABIA?	102
APÊNDICE D - CONTEÚDO DAS CARTAS PENALIDADES.....	104
APÊNDICE E - CONTEÚDO DAS CARTAS VANTAGENS	107
APÊNDICE F - CONTEÚDO DAS CARTAS RESPONDER	109
APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	112

1. INTRODUÇÃO

Conforme Woski e Schmidt (2011, p.30), "toda vida na Terra utiliza ácidos nucleicos para armazenar informações genéticas". Os ácidos nucleicos, incluindo o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e o Ácido Ribonucleico (RNA), desempenham papéis fundamentais na biologia celular, sendo essenciais para o armazenamento, transmissão e utilização de informações genéticas. Assim, para uma compreensão adequada dos conceitos de material genético e hereditariedade, é crucial entender os ácidos nucleicos. Eles são responsáveis por codificar as informações genéticas transmitidas de geração para geração e atuam na síntese de proteínas, traduzindo sequências de DNA em cadeias de aminoácidos que formam as proteínas.

De acordo com Woski e Schmidt (2011, p.30)

O DNA armazena a informação que determina a sequência do RNA que, por sua vez, determina a estrutura da proteína. Grande parte da estrutura e da bioquímica das células deve-se às propriedades de seus constituintes proteicos. Tais propriedades são determinadas por pedaços da sequência do DNA. A informação, entretanto, não pode fluir diretamente do DNA para as proteínas, mas depende do RNA para transportar a informação.

Sendo assim, o DNA é encarregado de armazenar e transmitir as informações genéticas dos organismos vivos, enquanto o RNA desempenha um papel crucial na síntese de proteínas. O RNA possibilita a cópia e o transporte de todas as informações contidas no DNA, garantindo a execução dos processos vitais.

Lewin (2009) destaca que o DNA, em sua estrutura, é composto por uma dupla hélice, ou seja, por duas cadeias principais de açúcar-fosfato, às quais estão ligadas às bases nitrogenadas, e funciona como o repositório das informações genéticas, como se fosse um vasto arquivo de instruções que guia todos os processos vitais. Ele é responsável por determinar desde a cor dos olhos de um indivíduo até sua suscetibilidade a certas doenças hereditárias. É por meio da precisão e fidelidade na transmissão do DNA que as características passam de geração em geração, estabelecendo a ligação vital entre ancestrais e descendentes.

Por outro lado, Lewin (2009) destaca que o RNA desempenha um papel igualmente fundamental nesse complexo panorama molecular, sendo que uma das diferenças entre o RNA e o DNA é uma molécula de fita simples, com um açúcar diferente (ribose) e uma base nitrogenada distinta (uracila no lugar da timina). O RNA atua como um eficiente mensageiro, conduzindo as informações contidas no DNA para a fábrica de proteínas da célula, o ribossomo. Essas proteínas, por sua vez, constituem os alicerces

da vida, desempenhando uma infinidade de funções essenciais, desde a estruturação das células até a execução de reações químicas vitais.

Além de servir como mensageiro, o RNA também está envolvido em processos de transcrição e tradução, que permitem que a informação genética seja decifrada e utilizada para a produção precisa de proteínas. Assim, o RNA age como um intermediário confiável, assegurando que todas as informações cruciais contidas no DNA sejam copiadas e transportadas com precisão, tornando possível a execução harmoniosa dos processos vitais que sustentam a vida em todas as suas formas.

Esse conteúdo relacionado à Genética é introduzido aos estudantes pela primeira vez no 9º ano do Ensino Fundamental. De acordo com as diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), é de suma importância que essa abordagem se concentre na compreensão do material genético, com ênfase especial na hereditariedade ou herança biológica. Essa ênfase inclui a exploração detalhada das teorias pioneiras propostas por Gregor Mendel, que lançaram as bases da Genética moderna. Aprofundar-se nesse conteúdo implica não apenas na análise das teorias, mas também na compreensão minuciosa da associação complexa entre gametas e a transmissão de características hereditárias. Os alunos são desafiados a estabelecer conexões entre ancestrais e descendentes, traçando os elos que unem gerações passadas e futuras por meio do material genético.

Além disso, de acordo com a BNCC (Brasil, 2018) é importante incorporar a resolução de problemas como parte integral desse currículo. Os alunos devem ser estimulados a aplicar seus conhecimentos recém-adquiridos em cenários práticos que envolvem a transmissão de características hereditárias em uma variedade de organismos. Essa abordagem prática não apenas solidifica a compreensão do material, mas também prepara os estudantes para enfrentar desafios reais no mundo da Genética, promovendo uma educação completa e contextualizada.

Branco, Castro e Silva (2019, p. 122) destacam que

nas aulas de Ciências/Biologia, uma das principais dificuldades dos estudantes está relacionada à compreensão dos conceitos. Ensinar Genética, por exemplo, é um desafio para o professor, que precisa despertar o interesse do aluno e fazê-lo entender processos que envolvem alguns conceitos abstratos.

Corroborando com esta afirmação Lovato, Loreto e Sepel (2022, p.2) afirmam que:

a Genética é percebida, de forma geral, pelos estudantes como um dos assuntos mais difíceis de serem entendidos entre os conteúdos científicos. As dificuldades de compreensão surgem da própria natureza dos conceitos, como por exemplo,

'DNA', 'proteína' ou 'gene', que não fazem parte do cotidiano dos alunos. [...] Por isso, métodos didáticos inovadores tornam-se ferramentas promissoras no ensino de Genética, complementando o conteúdo teórico, permitindo uma maior correlação com a prática e melhorando o processo de ensino-aprendizagem.

Baseado nas afirmações acima e nas percepções da autora como docente de Ciências em seu dia a dia em sala de aula, podemos destacar que os alunos enfrentam dificuldades na compreensão dos processos moleculares envolvidos no material genético, bem como na apreensão da estrutura intrincada das moléculas de DNA e RNA. Os conceitos relacionados à bioquímica molecular frequentemente se mostram abstratos e complexos para estudantes do Ensino Médio. Esta complexidade se intensifica para alunos que estão no 9º ano do Ensino Fundamental, tornando o entendimento desses temas ainda mais complexo.

A situação é ainda mais desafiadora devido à falta de recursos disponíveis. Segundo Krasilchick (2005), diversos fatores contribuem para as dificuldades enfrentadas no ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica. Entre eles, destacam-se a formação inadequada dos professores, a baixa qualidade dos materiais didáticos, a escassez de laboratórios e equipamentos para aulas práticas, e a carga horária excessiva dos docentes, que frequentemente precisam aumentar suas horas de trabalho devido a salários insuficientes. Essas deficiências comprometem significativamente a qualidade da educação científica, essencial para a maioria dos brasileiros.

Sem acesso a atividades práticas que envolvam a manipulação de moléculas de DNA e RNA (como a extração de DNA de frutas, por exemplo) ou que permitam uma melhor compreensão dos processos moleculares, os alunos podem ficar limitados ao aprendizado teórico e à leitura dos livros didáticos. Essa lacuna na experiência prática pode tornar o ensino desses conceitos menos envolvente e, em alguns casos, dificultar a compreensão plena dos processos genéticos. Portanto, é importante buscar alternativas criativas e eficazes, tais como jogos didáticos e estratégias de ensino, para tentar superar esses desafios e tornar a aprendizagem de Genética mais acessível para os alunos.

Sendo assim, chegou-se à pergunta norteadora desse trabalho: "Como podemos promover a evolução conceitual da temática material genético (DNA e RNA) para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental utilizando um jogo didático?". Para tentar responder o tal questionamento, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver e avaliar um jogo didático que promova a evolução conceitual da temática material genético (DNA e RNA) para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Para isso, os seguintes objetivos específicos foram elencados: identificar se os alunos possuem conhecimento espontâneos sobre síntese proteica a partir de rodas de conversas; construir como estratégia didática um jogo que possa atender as necessidades dos alunos para compreensão do material genético; avaliar se houve uma evolução conceitual dos conhecimentos científicos após a utilização da estratégia didática.

1.1. Justificativa

A escolha deste tema para pesquisa é justificada pela experiência profissional da autora, que atua como professora do 9º ano do Ensino Fundamental por um período de 15 anos, lecionando a disciplina de Ciências. Durante esse tempo, tornou-se evidente que uma parcela significativa dos alunos enfrenta dificuldades na compreensão e aprendizado dos conceitos relacionados ao material genético, com ênfase especial nos tópicos envolvendo DNA e RNA.

Uma observação importante da autora deste trabalho é que, ao avançarem para o Ensino Médio, muitos alunos demonstram não ter adquirido um conhecimento substancial sobre os ácidos nucleicos durante o Ensino Fundamental. Essa lacuna de aprendizado é preocupante, uma vez que a compreensão desses temas é fundamental para a formação acadêmica e para a compreensão do funcionamento da vida em nível molecular.

Além disso, a importância da aprendizagem sobre DNA e RNA não se restringe apenas ao ambiente escolar. Esses conceitos são pilares fundamentais para a compreensão dos processos biológicos, da genética e até mesmo de aplicações práticas em áreas como medicina, biotecnologia e pesquisa científica. Portanto, o domínio desses tópicos é essencial para a preparação dos alunos não apenas como estudantes, mas também como futuros cidadãos informados e capazes de tomar decisões embasadas cientificamente.

Outra razão que justifica a escolha deste tema é a percepção de que o material apresentado nos livros didáticos, frequentemente, carece de profundidade e de detalhamento, deixando lacunas no entendimento dos alunos. Isso coloca um desafio adicional para os professores, que buscam diferentes estratégias de ensino e de aprendizagem para abordar adequadamente o conteúdo relacionado ao DNA e RNA.

Portanto, a pesquisa sobre estratégias inovadoras para ensinar a aprendizagem desses temas é crucial para melhorar a qualidade do ensino de Ciências, preencher as lacunas de conhecimento dos alunos e prepará-los para um futuro no qual a compreensão dos princípios genéticos é cada vez mais relevante e indispensável.

Para estruturar este trabalho, inicialmente foram definidos os objetivos gerais e específicos, assim como a justificativa que orienta o estudo. No Capítulo 2, é detalhada a trajetória da autora, explorando suas experiências desde a formação até sua carreira acadêmica e profissional. No Capítulo 3, apresenta-se a pesquisa realizada sobre os descritores selecionados, além dos resumos dos principais trabalhos relacionados com a investigação em questão.

No Capítulo 4, o trabalho explora aspectos do ensino de Ciências, subdividindo-se em tópicos sobre a história desse campo, práticas atuais e o foco no ensino de genética, especialmente em DNA e RNA. Já o Capítulo 5 destaca metodologias ativas de ensino, com ênfase na Aprendizagem por Jogos, que é a abordagem escolhida para o desenvolvimento do produto educacional proposto neste estudo. O Capítulo 6 aborda a Teoria Histórico-Cultural, formulada por Vigotski (2001), que serve como referencial teórico para a pesquisa em questão.

O Capítulo 7 apresenta o percurso metodológico da pesquisa, enquanto o Capítulo 8 descreve o produto educacional desenvolvido a partir deste trabalho, ou seja, o jogo didático denominado "Trilha Genética do DNA e RNA". Neste capítulo, são apresentadas as regras e o funcionamento do jogo. O Capítulo 9 tem como objetivo apresentar as percepções dos alunos do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental (E.M.E.F.) Presidente João Goulart em relação à avaliação da proposta educacional desenvolvida nesta dissertação, bem como do jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA". Por fim, são apresentadas as considerações finais da dissertação e os apêndices da pesquisa.

2. TRAJETÓRIA DA AUTORA

Minha trajetória acadêmica iniciou-se em 2003, quando entrei na Graduação de Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Pelotas (UCPel), na qual me formei em novembro de 2006. Nessa graduação realizei um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre o Levantamento de Plantas tóxicas na área central do município de Arroio Grande, cidade na qual eu moro.

Em 2014, cursei a Especialização em Ciências e Tecnologias na Educação, na cidade de Pelotas-RS, pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias Sul-rio-grandense (IFSul) - Câmpus Pelotas - Visconde da Graça (CAVG). O curso de especialização foi de grande valia para minha formação profissional e uma motivação para a realização deste Mestrado. Na especialização, desenvolvi a pesquisa sobre a Concepção de células por estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental das escolas de Arroio Grande/RS. Foi a partir dessa pesquisa que pude comprovar as dificuldades de entendimento por parte dos alunos, dos conteúdos relacionados à concepção de células, porém nesses 15 anos de docência notei também a dificuldade destes com relação à aprendizagem dos conteúdos de DNA e de RNA.

Nesse sentido, pretendo, através do desenvolvimento do produto educacional do Mestrado, estudar essa última temática, repensando as práticas pedagógicas através da criação de jogos, de modo a tornar o assunto referente ao DNA e RNA mais atrativo, dinâmico, prazeroso e significativo para a vida dos estudantes.

Durante a realização desse trabalho, com a disciplina de Ciências na escola Presidente João Goulart, pude reforçar as minhas experiências no campo de estudo da Educação, fazendo com que eu voltasse a querer aprofundar meus conhecimentos através do Mestrado Profissional.

Em relação à minha carreira profissional, trabalhei durante o ano de 2003 como professora contratada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Dona Margarida Maiche com turmas do Ensino Fundamental anos iniciais (3º e 4º anos), que atualmente possui o nome de “11 de setembro - 1ª Conquista”, localizada no interior da cidade de Arroio Grande. Nessa instituição, desenvolvi um projeto de horta escolar, com a finalidade de fazer com que os alunos pudessem se alimentar de maneira saudável, tendo em vista sua importância para a aprendizagem, pois os mesmos dariam mais atenção à alimentação, podendo levar para casa o que plantaram e colheram.

No ano de 2004, atuei como professora contratada na Escola de Educação Infantil Edgar Dutra Lisboa, onde ministrava aulas para o Maternal, desenvolvendo atividades e coordenação motora ampla. Nos anos que se seguiram, de 2005 a 2007, trabalhei nesta mesma escola como Estagiária de Monitoria de Recreação.

Em 2008, fui nomeada na cidade de Herval, para dar aula de Ciências para os anos finais, onde trabalhei em duas escolas do interior: a Coríntio Avila Escobar (Estadual), localizada na Vila Basílio e a Costa Vale (Municipal), no interior, assentamento Cerro Azul. Em ambas as escolas ministrei a disciplina de Ciências para turmas dos anos finais do Ensino Fundamental II.

Nos anos de 2010 a 2012, atuei na Escola Carolina Anália Sais, como professora de Ciências, anos finais, realizei projeto de horta escolar, fui orientadora do trabalho Pilha vegetal em 2010, o qual foi apresentado na “V Feira Sul-rio-grandense de Ciências e 6º Simpósio Sul-rio-grandense de Professores de Ciências e Matemática”. Paralelo ao trabalho em Herval, no período de 2011 a 2012 fui professora contratada de Ciências na Escola Neir Horner da Rosa, ministrando aulas de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental.

Em 2013, após uma permuta para a cidade de Arroio Grande, comecei a trabalhar nas escolas Visconde de Mauá e Presidente João Goulart. Atualmente, estou na escola Presidente João Goulart. No ano de 2018, na escola Presidente João Goulart palestrei sobre a temática “Educação Ambiental na Escola” para os alunos dos anos finais, participei do Projeto Copa do Mundo, sendo orientadora do trabalho que ganhou o primeiro lugar: “Pratos típicos dos países participantes da Copa”.

Trabalhei, ainda, na escola Silvínia Gonçalves nos anos de 2021 e 2022, com a disciplina de Ciências nas turmas dos anos finais.

Meu objetivo, em sala de aula, é sempre trabalhar com projetos que visem o aprendizado e a participação dos alunos, pois, desta maneira, as aulas se tornam mais atrativas e a aprendizagem mais consolidada. Para isso, nunca parei de realizar formações continuadas, como por exemplo, os cursos realizados pelo Núcleo de Estudos em Ciências e Matemática (NECIM).

3. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura desempenha um papel fundamental ao fornecer uma base sólida de conhecimento, apresentando diferentes estudos e pesquisas realizados na área deste trabalho. Essa revisão é importante pois oferece subsídios essenciais para a condução desta pesquisa, que tem como objetivo primordial aprimorar o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos nos anos finais do Ensino Fundamental.

O instrumento de busca utilizado foi o Google Acadêmico, através dos descritores "DNA e RNA" *and* "Jogo de Genética" *and* "Ensino Fundamental", adicionando aos limitadores artigos de 2019 a 2023, e no idioma português. Foram obtidos 45 itens, porém, ao fazer a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos, observamos que todos tratavam de jogos de Genética para o Ensino Médio.

Durante a pesquisa, houve dificuldade em encontrar materiais que envolvessem o Ensino Fundamental anos finais, o que de certa forma será essencial para que o trabalho se tornasse inovador e proveitoso, para que docentes e discentes de outras instituições pudessem utilizá-lo e ser um instrumento significativo. Sendo assim, optamos por fazer uma nova busca, focando na ideia de trabalhar com os jogos didáticos e sem foco no nível de ensino.

Assim, refinamos a busca com os seguintes descritores: "DNA e RNA" *and* "Jogo Didático" *and* "Síntese Proteica". Foram, então, identificados 12 trabalhos. Após isso, foi realizado um processo de leitura refinada (títulos e resumos), em que foram retirados da pesquisa aqueles trabalhos sem nenhuma prática presencial relacionada com jogo didático ou que tratasse de modelos didáticos, restando assim, 10 publicações relacionadas a este trabalho, porém compatíveis com o Ensino Médio, que estão listadas no Quadro 1 e que serão apresentadas na próxima seção.

Quadro 1. Estudos escolhidos para a revisão de literatura.

Autores	Ano	Título	Endereço
Clistenes Klayton Leite De Sousa	2019	Uso de um jogo didático como metodologia ativa no ensino do conteúdo expressão gênica	https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/19019/1/ClistenesKlaytonLeiteDeSousa_Dissert.pdf
Joana Andresa Campelo Santos <i>et al.</i>	2021	Molécula Imobiliária para o ensino de Genética	https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13890
Anderson Oliveira dos Santos	2022	Ferramentas digitais no ensino de ciências da natureza	https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/1893
Kelly Cristina Paes	2019	Da Molécula De Dna Às Proteínas: Dinamizando O Ensino Por Meio De Materiais Didáticos E Ludicidade	https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/02/Kelly-Paes-TCM.pdf
Alan Tempone da Silva	2020	Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam	http://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/12219/1/alantemponedasilva.pdf
Marilia Faustino da Silva	2022	Nova proposta didática para o ensino de biologia molecular na educação básica	https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16284
Rafael Amaro da Silveira Dornelles	2020	Desvendando a informação genética: uma proposta de sequência didática para o ensino médio	https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219291
Francivaldo Nascimento Cavalcante	2019	DNA - O JOGO DA VIDA: Software educacional como ferramenta para o processo ensino aprendizagem da biologia molecular	https://www.uern.br/controldepaginas/TCM%20-%20primeira%20turma/arquivos/6187francivaldo_tcm.pdf
José Alexandre Batista de Freitas	2019	A gamificação aliada ao uso das tecnologias móveis (smartphones e tablets) e QR Code como estratégia facilitadora de aprendizagem dos conteúdos de genética	https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35504
Wanderley Alves de Almeida	2020	Dando vida à célula: proposta lúdica para auxiliar o ensino de biologia celular por meio de QRCode	http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25647

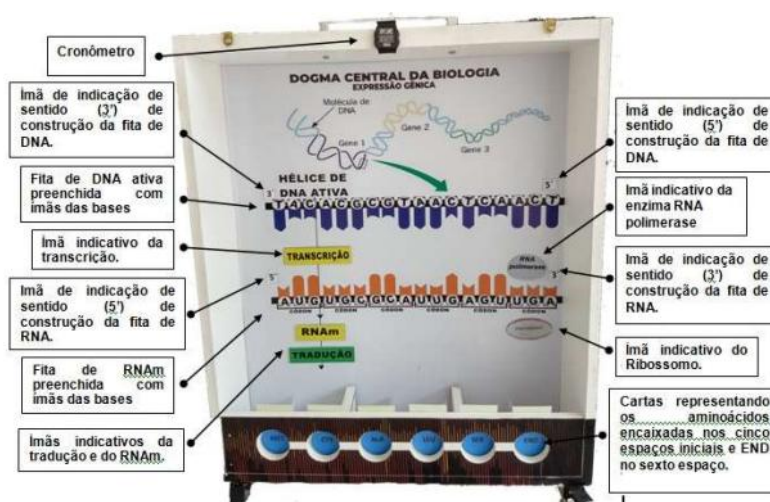
Fonte: Autoria Própria

3.1. A utilização de jogos didáticos para o Ensino de Genética

No estudo Sousa (2019) foi realizada inicialmente uma aula expositiva para introduzir os conceitos relacionados à expressão gênica. Além disso, foi utilizado um questionário, administrado tanto antes quanto depois da implementação de um jogo didático (Figura 1), compreendendo assim um pré-teste e um pós-teste. Esses questionários e o jogo foram aplicados a um grupo de 39 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, com o propósito de avaliar o nível de conhecimento e a aprendizagem relacionados à expressão gênica.

Para a criação desse jogo, foram utilizados materiais como uma caixa com um fundo revestido de chapa de ferro, adesivos e ímãs representando os processos de transcrição e tradução.

Figura 1. Jogo Didático do Sousa (2019)



Fonte: Estudo Sousa (2019)

Quanto ao pré-teste, observou-se uma média de acertos muito baixa, atingindo apenas 8%. No entanto, no pós-teste, essa taxa aumentou para 42%. Essa diferença significativa evidencia o impacto positivo do jogo na aprendizagem dos alunos. Além disso, essa constatação abre a possibilidade para outros professores utilizarem o jogo em suas próprias salas de aula como uma ferramenta eficaz de ensino. É importante ressaltar que esse jogo foi integrado a uma sequência didática como produto final, destacando sua importância como recurso educacional inovador.

No estudo Santos *et al.* (2021), foi adotada uma abordagem de pesquisa-ação com características qualitativas, descritivas e quantitativas. Nesse contexto, foi proposta

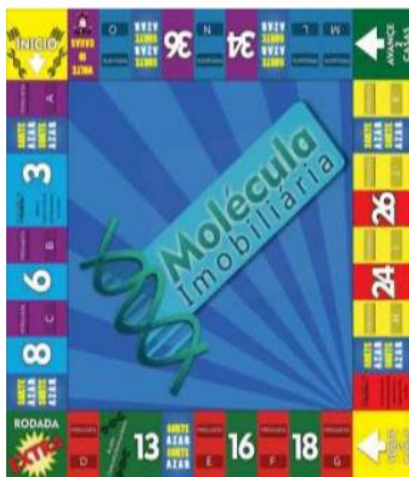
a utilização de um jogo no estilo "Banco Imobiliário". A aplicação desse jogo envolveu 24 alunos matriculados no 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual. Esses alunos enfrentam desafios significativos na compreensão dos conceitos relacionados à Genética.

O estudo foi conduzido em duas abordagens distintas. Inicialmente, foram administrados dois questionários aos alunos. Um deles foi acompanhado por uma explicação expositiva dos conteúdos, enquanto o outro adotou uma abordagem ativa e utilizou um jogo didático como parte do processo. A intenção do professor era criar um jogo para avaliar o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo de Genética, especificamente o que eles recordavam do 1º ano do Ensino Médio.

Para a criação desse jogo, foram utilizados materiais como papel, caneta, papel guache, cartolina, tesoura, entre outros (conforme ilustrado na Figura 2). O funcionamento do jogo ocorre da seguinte maneira: a turma é dividida em quatro grupos, e os alunos devem adquirir moléculas de nucleotídeos. Essa aquisição ocorre em dois momentos.

No primeiro momento, questões mais simples estão escritas em cartelas, que são armazenadas em sacolas. O representante de cada grupo pega aleatoriamente uma carta a cada rodada e a leva de volta ao seu grupo para responder. O tempo de resposta varia de 2 a 3 minutos, dependendo da complexidade da pergunta. O valor recebido pelo grupo por cada resposta correta é simbólico, variando de 1 a 4 moedas, e esse valor pode ser determinado pelo professor, para cada questão. Se um grupo não conseguir responder à pergunta, a rodada é passada para o próximo grupo. Após todas as questões serem respondidas, o jogo de tabuleiro terá início.

Figura 2. Jogo didático do Santos *et al.* (2021)



Fonte: Estudo Santos *et al.* (2021)

No segundo momento do jogo, o Grupo 1 lançará o dado. Se o dado parar em uma casa que corresponde a uma pergunta, e a resposta for dada corretamente, o grupo avançará um número de casas no tabuleiro igual ao número sorteado no dado. No caso de respostas incorretas, o grupo permanecerá na mesma casa e passará a vez para o próximo grupo. Esse processo continuará de forma sucessiva ao longo do jogo.

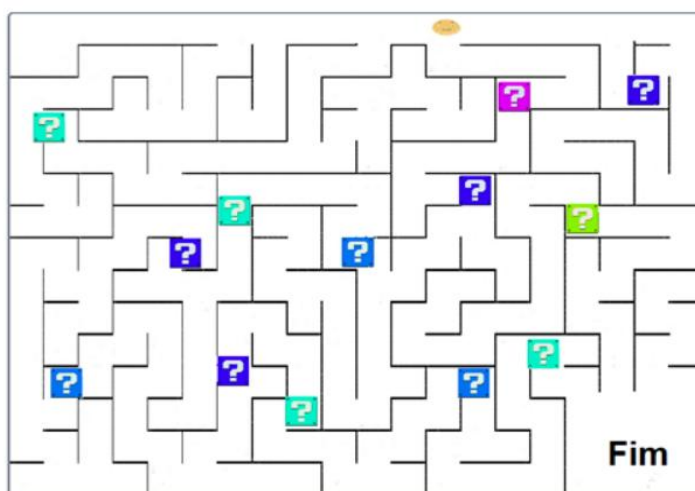
No tabuleiro, há casas com obstáculos, mensagens que fazem os jogadores voltar algumas casas e frases que os fazem avançar, tornando o jogo divertido e desafiador. O jogo se encerrará quando apenas um grupo permanecer no corredor do tabuleiro. Nesse ponto, os grupos trocarão as moedas por nucleotídeos, e o vencedor será aquele que montar a maior molécula de DNA. É importante destacar que os alunos devem prestar atenção à escolha dos nucleotídeos para montar corretamente duas fitas complementares, respeitando os pareamentos de bases A-T e C-G.

Ao final, o professor pôde observar que os alunos assimilaram melhor o conteúdo de Genética por meio do jogo, destacando a importância do uso de jogos didáticos como uma ferramenta eficaz no processo de aprendizagem nas escolas.

No estudo Santos (2022), foi adotada uma abordagem de levantamento bibliográfico focada no Ensino Médio, abordando tópicos relacionados a ácidos nucleicos, composição e estrutura das moléculas de DNA e RNA, estrutura e funções dos cromossomos, transmissão das informações genéticas e síntese proteica. Com base nesses conteúdos, foi desenvolvido um vídeo como uma ferramenta digital. A intenção era divulgar o material e permitir que os alunos construíssem um esquema mental sólido sobre esses temas.

Posteriormente, um jogo de labirintos foi criado, conforme mostrado na Figura 3. Esse jogo tinha como objetivo desenvolver habilidades como coordenação motora, senso direcional ou lateralidade, senso de organização e planejamento entre os alunos. Além disso, um quiz foi incorporado ao jogo com a finalidade de aprofundar e consolidar interativamente os conteúdos, ao mesmo tempo em que avaliava a aprendizagem dos alunos.

Figura 3. Jogo Didático de Santos (2022)



Fonte: Estudo Santos (2022)

Os jogos educativos e os exercícios interativos de quiz estão atualmente em desenvolvimento. Dessa forma, em conjunto com o vídeo, eles proporcionarão oportunidades para a aprendizagem colaborativa, onde os alunos poderão criar e compartilhar conhecimentos enquanto participam do jogo.

Para acessar o vídeo didático, o aluno, professor ou qualquer pessoa interessada deve assisti-lo na íntegra. Em seguida, ao acessar o QRCode, eles podem iniciar o jogo do labirinto, percorrendo os códigos em formato de ponto de interrogação. Durante esse percurso, eles encontrarão caixas que piscam, nas quais estarão as perguntas. Para responder, basta selecionar a resposta correta correspondente à cor indicada. O gabarito é fornecido imediatamente, indicando se a resposta está correta ou incorreta com base na cor associada a cada opção de resposta.

No estudo Paes (2019), foi adotada uma metodologia de sequência didática destinada a turmas do 1º e 2º anos do Ensino Médio. Durante essa sequência, foram distribuídos questionários em momentos específicos para avaliar o conhecimento espontâneo dos alunos. A sequência didática compreendeu quatro aulas, cada uma com um enfoque distinto.

Na primeira aula, foi utilizado um vídeo como ponto de partida para uma discussão sobre a importância da multiplicação celular na formação de novos seres vivos, abordando tanto organismos procariontes quanto eucariontes. Após a exibição do vídeo, o professor conduziu questionamentos para promover a reflexão dos alunos. Na segunda aula, um vídeo sobre proteínas e sua relevância para a funcionalidade celular foi

apresentado. Após a exibição, foram realizados questionamentos adicionais para aprofundar a compreensão dos alunos sobre o tema.

Na terceira aula, cada aluno recebeu um texto para leitura individual, seguida por uma leitura coletiva e discussão em sala de aula. Em seguida, os alunos assistiram a uma animação 3D que abordou os mecanismos de transcrição do DNA e a síntese de proteínas. Para concluir a aula, a professora ofereceu explicações adicionais com o auxílio de slides. A quarta aula foi dedicada ao uso do kit "Desvendando os Mistérios do DNA" (conforme ilustrado na Figura 4), que consiste em representações de moléculas de DNA, RNA transportador, RNA mensageiro, nucleotídeos e aminoácidos feitos com materiais facilmente encontrados em lojas de costura, armarinhos e bazares. O kit inclui uma fita dupla de DNA original, uma fita dupla de DNA replicado, uma fita de RNA mensageiro, RNA transportador, nucleotídeos para montagem do DNA e RNA, além de aminoácidos.

Este kit foi utilizado como recurso para demonstrar visualmente os conceitos relacionados ao DNA, ao RNA e à síntese de proteínas, tornando o aprendizado mais concreto e envolvente para os alunos.

Figura 4. Jogo Didático de Paes (2019)



Fonte: Estudo Paes (2019)

Os alunos foram organizados em dois grupos para realizar a atividade de replicação semiconservativa do DNA, seguida da transcrição do RNA em proteínas. Essa atividade foi conduzida na forma de um jogo, em que a turma foi dividida em duas

equipes. Cada grupo recebeu uma dupla fita de DNA original e moldes para montagem das fitas de DNA durante o processo de replicação. Todos os nucleotídeos necessários para a replicação foram distribuídos em uma mesa comum, com a intenção inicial de que todos os alunos utilizassem a mesma quantidade de moléculas durante os processos.

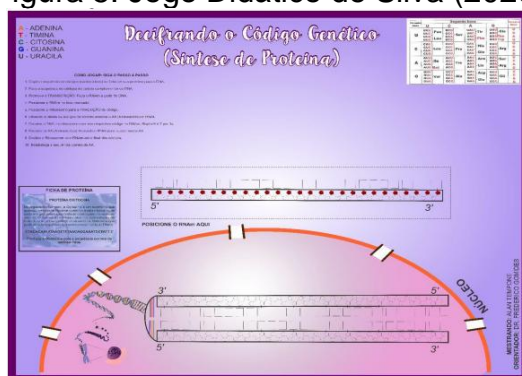
Essa abordagem prática permitiu que os alunos vivenciassem de forma concreta os processos de replicação do DNA e da síntese de proteínas, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo. Após a conclusão da replicação, a cada grupo foi fornecida uma fita para realizar o processo de transcrição. Novamente, todos os nucleotídeos necessários para a transcrição foram colocados em uma mesa comum para serem utilizados pelos alunos. Ao finalizar a transcrição, um novo conjunto de materiais foi disponibilizado para a etapa de tradução, incluindo RNA transportador e seus respectivos aminoácidos. Além disso, os alunos foram designados para representar as subunidades maior e menor do ribossomo, enquanto outros assumiram a responsabilidade de serem os RNA transportadores. Todos esses materiais também estavam disponíveis na mesa comum.

Essas três etapas foram realizadas na forma de uma competição, onde o grupo que completasse primeiro a replicação, a transcrição e a tradução seria declarado vencedor do jogo. Essa abordagem competitiva pode ter estimulado o envolvimento dos alunos e a compreensão dos processos envolvidos.

No estudo Silva (2020), foi empregada uma abordagem de pesquisa-ação de natureza qualitativo-descritiva e quantitativa. A pesquisa foi conduzida com alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma escola estadual, envolvendo duas turmas, totalizando 80 alunos. O foco da investigação estava na dificuldade dos estudantes do ensino médio em compreender os processos de expressão gênica e síntese proteica.

Para coletar dados qualitativos, um questionário de satisfação com perguntas abrangentes sobre os temas foi disponibilizado no Google Forms e respondido voluntariamente pelos alunos. Os resultados foram analisados qualitativamente por meio de categorização. No que diz respeito ao aspecto quantitativo, a pesquisa foi conduzida em duas etapas. A primeira envolveu a avaliação das notas dos alunos em avaliações tradicionais, enquanto a segunda utilizou uma abordagem ativa, incorporando o uso de um jogo didático (conforme representado na Figura 5).

Figura 5. Jogo Didático de Silva (2020)



Fonte: Estudo Silva (2020)

Na primeira etapa, a avaliação parcial foi conduzida após a explicação do conteúdo de síntese proteica em forma de esquema no quadro-negro. Após essa explicação, foi exibido um vídeo intitulado "Do DNA à Proteína". No segundo dia de aula, foi realizado um esquema no quadro com a explicação do processo de transcrição. Na terceira aula, a explicação concentrou-se na tradução do RNA em proteína e, na quarta aula, foram corrigidas as atividades de fixação e esclarecidas as dúvidas dos alunos. Após essas aulas, foi aplicada uma avaliação parcial que consistia em sete questões de múltipla escolha e uma questão discursiva, ambas com a mesma pontuação atribuída.

Na segunda etapa, o conteúdo de síntese proteica foi abordado de forma teórica, utilizando livros e vídeos como recursos didáticos. Posteriormente, em um primeiro momento, os alunos realizaram a montagem de moléculas de DNA e RNA utilizando materiais alternativos. Em um segundo momento, foi introduzido o jogo didático "Decifrando o Código Genético". Os alunos foram organizados em grupos de cinco ou seis membros, receberam o kit do jogo, leram as instruções e começaram a partida.

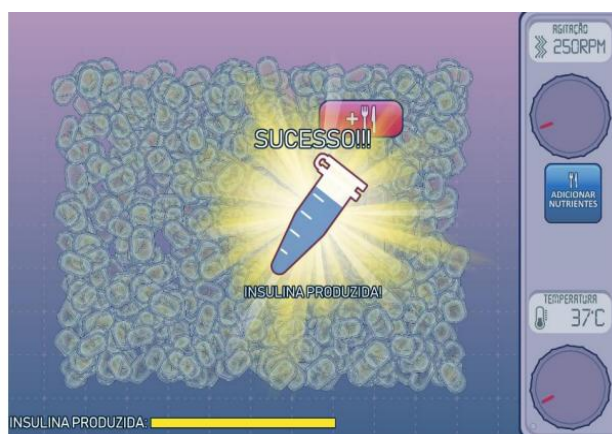
Conforme as instruções fornecidas no kit, cada grupo montou o fragmento da proteína com base na sequência de nucleotídeos do gene contido na ficha. Foram utilizados materiais como bolinhas de isopor (para representar o fosfato), papelão (para representar a pentose) e papéis coloridos (para representar as bases nitrogenadas). Inicialmente, foi realizada a tradução a partir do código genético para a síntese de proteínas, resultando na formação do polipeptídeo. Cada grupo recebeu uma ficha contendo informações sobre uma proteína específica, um tabuleiro que representava o núcleo e o espaço para escrever a sequência do DNA, uma área móvel para registrar o RNAm, peças móveis de EVA que representavam os ribossomos, aminoácidos e RNAt necessários para a síntese proteica.

Cada partida teve uma duração de 60 minutos, e a pontuação máxima atribuída ao grupo vencedor foi determinada com base no número de grupos formados durante a partida. O grupo que conseguiu escrever primeiro e de forma correta a sequência do DNA, do RNAm e a sequência de aminoácidos da proteína foi considerado o vencedor.

Após a aplicação do jogo, foi conduzida uma avaliação global composta por sete questões de múltipla escolha. Os resultados dessa avaliação foram satisfatórios, demonstrando uma melhoria em comparação com a avaliação realizada sem a utilização do jogo. Isso sugere que o jogo teve um impacto positivo na aprendizagem dos alunos.

No estudo Silva (2022), foi observada uma metodologia que visa apoiar os professores das escolas estaduais na melhoria da compreensão dos conteúdos de Biologia Molecular. Isso será alcançado por meio de uma formação continuada para a utilização do Software BIOQUEST (Figura 6). Esse software será uma ferramenta de suporte para ser usada com alunos do Ensino Médio, com o objetivo de ajudá-los a compreender os conceitos de Biologia Molecular de forma mais eficaz, ao mesmo tempo em que capacita os professores a dominar o uso da ferramenta para facilitar a aprendizagem.

Figura 6. Jogo Didático de Silva (2022)



Fonte: Estudo Silva (2022)

Esse software oferece um jogo educativo que ajuda os docentes a comparar a abordagem tradicional de aprendizagem comumente utilizada nas escolas do ensino fundamental e médio. O trabalho se divide em duas etapas. Na primeira etapa, foi realizado um curso de formação continuada para os professores da rede estadual, os quais responderam a um questionário para coletar informações sobre o perfil dos

docentes. Com base nos dados obtidos no questionário, deu-se início ao desenvolvimento do software gamificado BIOQUEST.

Este software possui 9 fases e é direcionado para estudantes do ensino médio e ingressantes em cursos de graduação nas áreas das Ciências Biológicas e áreas afins. Ele foi projetado para tornar o aprendizado mais interativo e envolvente, permitindo aos alunos uma abordagem mais dinâmica em relação à Biologia Molecular.

Ao acessar o BIOQUEST, os jogadores são desafiados a embarcar em uma missão para conhecer e auxiliar no processo de produção da insulina. A tela inicial do jogo permite a livre navegação pelas fases, embora seja recomendado que o jogo não seja concluído em apenas uma aula. As nove fases, numeradas de 1 a 9, guiam o jogador através das técnicas de Biologia Molecular mais conhecidas e utilizadas para transformar uma bactéria capaz de expressar a proteína humana insulina.

Para avaliar o impacto do jogo na aprendizagem dos estudantes, foi aplicado um questionário com 10 questões conceituais tanto para os estudantes que utilizaram o software BIOQUEST, quanto para aqueles que não o utilizaram. Os estudantes que já tinham experiência com jogos se saíram bem no jogo, enquanto aqueles que não tinham experiência precisaram da assistência dos professores.

Este estudo envolveu 131 alunos do 2º ano do Ensino Médio, e em relação à aprendizagem, não foi observada uma diferença significativa entre os alunos que jogaram e os que não jogaram o BIOQUEST.

No estudo Dornelles (2020), foi adotada uma metodologia de sequência didática voltada para estudantes do Ensino Médio. Essa sequência buscou abordar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, levando em consideração os conhecimentos espontâneos dos alunos. Durante a sequência didática, foram realizados trabalhos em grupo, propostas de pesquisa e investigação, além de aulas expositivas e dialogadas. A sequência foi dividida em três blocos distintos: o primeiro bloco abordou a estrutura e a importância das proteínas; o segundo bloco concentrou-se nos ácidos nucleicos; o terceiro bloco tratou do fluxo da informação genética e introduziu o uso de material pedagógico confeccionado para simular as etapas do processo de síntese proteica.

Essa abordagem permitiu que os alunos compreendessem melhor os conceitos, procedimentos e atitudes relacionados à genética e à síntese proteica.

As peças do material pedagógico foram confeccionadas em MDF (Figura 7) e representam as bases nitrogenadas (Adenina, Timina, Citosina, Guanina e Uracila), que

estão presentes nos nucleotídeos que constituem os ácidos nucleicos (DNA e RNA). Além disso, o material inclui representações dos 20 alfa-aminoácidos primários, que são os componentes básicos das proteínas. Outras peças representam os aminoácidos que, em sequência, formam a proteína ao final do processo de síntese. As peças podem ser encaixadas de acordo com as determinações do código genético, simulando assim o processo de síntese proteica.

Figura 7. Jogo Didático de Dornelles (2020)



Fonte: Estudo Dornelles (2020)

Segundo a avaliação dos pesquisadores, o jogo contribuiu significativamente para uma melhor compreensão por parte dos estudantes em relação à estrutura da molécula de DNA.

O estudo de Cavalcante (2019), se concentrou no desenvolvimento de um aplicativo digital chamado "DNA: o jogo da vida" que aborda a molécula de DNA e os processos de replicação, de transcrição e de tradução. Esse aplicativo foi projetado com o objetivo de auxiliar no ensino e na compreensão desses tópicos relacionados à Biologia Molecular.

Esse estudo envolveu a coleta de dados por meio de questionários respondidos por 3 professores de Biologia do ensino médio e 89 alunos de 7 turmas diferentes, incluindo 4 turmas do 2º ano e 3 turmas do 3º ano. Os questionários continham perguntas que podiam ser respondidas com "sim" ou "não", além de perguntas que exigiam classificações em uma escala de 1 a 10, juntamente com algumas questões dissertativas. Essa abordagem permitiu que tanto os alunos quanto os educadores

avaliassem a qualidade e a funcionalidade do aplicativo digital "DNA: o jogo da vida". Após a elaboração do software, foi conduzida uma oficina com 3 professoras para demonstrar o funcionamento do jogo. Posteriormente, essas professoras responderam a um questionário de avaliação do software.

O jogo foi criado em duas versões, uma para sistemas de 32-bits e outra para sistemas de 64-bits, abrangendo os processadores mais utilizados nos sistemas operacionais disponíveis no mercado. Este jogo é dividido em 3 fases (replicação, transcrição e tradução) e requer que o aluno tenha um conhecimento espontâneo dos termos e funções das estruturas do DNA e RNA para jogar. Pontos são ganhos quando o jogador executa corretamente as ações das estruturas em cada fase do jogo e faz as ligações corretas entre as bases nitrogenadas. Pontos são perdidos quando ações erradas são executadas ou quando se tenta fazer ligações entre bases nitrogenadas que não correspondem. Os alunos demonstraram um excelente desempenho ao usar o software "DNA: o jogo da vida". Portanto, o aplicativo em questão apresenta características de um bom jogo educacional que auxilia na assimilação dos conteúdos pelos alunos.

No estudo Freitas (2019), uma sequência didática foi aplicada a três turmas do ensino médio, totalizando 99 alunos. Durante a aplicação da sequência, no primeiro momento, os alunos assistiram a uma aula teórica expositiva sobre os conteúdos de Genética do primeiro ano do ensino médio, que incluíam tópicos como DNA, RNA, replicação, transcrição, código genético e tradução. No segundo momento, realizado na semana seguinte, os alunos responderam a um questionário sobre os conteúdos apresentados anteriormente. No terceiro momento, na quarta semana, os alunos responderam a um segundo questionário a posteriori para avaliar a retenção do conhecimento. A terceira turma não participou desta atividade.

Os alunos foram orientados a instalar previamente um aplicativo de QRCode em seus smartphones, que poderia ser usados offline. Foram criados 15 cartões que continham pistas sobre a localização dos QRCode espalhados pela escola. Esses cartões foram entregues aos capitães das equipes, que, por sua vez, designaram seus soldados para procurar os QRCode nas dependências da escola.

À medida que encontravam os QRCode, os alunos utilizam seus smartphones para acessá-los e receber as perguntas. Quanto mais QRCode encontravam, mais pontos a equipe ganhava. O tempo para conclusão da atividade foi de 60 minutos, o que

significa que os alunos tinham, em média, 4 minutos para encontrar um QRCode e responder à pergunta.

Com relação ao desempenho dos alunos, foi perceptível a diferença entre aqueles que passaram pela atividade de gamificação e aqueles que não participaram. Os alunos que participaram da atividade de gamificação tiveram um desempenho melhor, o que sugere que essa abordagem pode ser, no mínimo, um reforço dos conteúdos já estudados em sala de aula.

No estudo Almeida (2020), foi observado uma metodologia de proposta pedagógica com a elaboração de um jogo didático, que pode ser utilizado em sala de aula no Ensino Fundamental II e no Ensino Médio, como estratégia didática para o ensino de Biologia Celular. Algumas perguntas são feitas para os alunos pelo professor em sala de aula, como por exemplo, “Qual é a menor unidade funcional dos seres vivos?” e se estes não sabem responder, fazem com que o professor tenha que responder.

Durante o jogo, há 2 desafios para serem cumpridos pelas equipes. No 1º, os alunos devem montar uma sequência de DNA, com seus respectivos nucleotídeos pareados, formando um gene. As formas para montagem da estrutura do DNA devem ser previamente recortadas em EVA. O 2º desafio consiste na construção de uma proteína, a partir da junção de vários aminoácidos com balas de goma e palitos de dente.

O jogo “Dando vida à célula” foi idealizado durante a prática pedagógica diária, porém em virtude da pandemia não foi aplicado na prática. Este consiste num total de 26 códigos QRCode que serão espalhados pela escola, os quais os alunos em equipes deverão procurar. Quando acharem, responderão às perguntas e desafios que irão surgir no jogo.

3.2. Considerações sobre as obras

Considerando o objetivo geral deste trabalho de pesquisa, que é desenvolver um jogo didático ativo e dinâmico para melhorar a aprendizagem dos conteúdos de material genético (DNA e RNA) para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, é evidente que os estudos apresentados na seção anterior oferecem valiosas contribuições para a produção desse produto educacional. Além disso, é importante ressaltar que esse jogo pode ter um impacto positivo não apenas no aprendizado imediato, mas também preparar os alunos para futuras aulas de Genética no Ensino Médio.

Através desses trabalhos, é possível identificar estratégias e abordagens que podem ser incorporadas ao jogo didático em desenvolvimento, a fim de torná-lo mais eficaz no processo da evolução conceitual. Além disso, ao despertar o interesse e entusiasmo dos alunos pelos conteúdos de DNA e RNA, esse jogo tem o potencial de tornar as aulas mais envolventes e motivadoras.

Portanto, a pesquisa realizada até o momento proporciona uma base sólida para a criação de um produto educacional que atenda aos objetivos propostos, promovendo uma compreensão aprofundada dos conceitos de material genético e preparando os alunos para desafios futuros em Genética.

É notável que a maioria dos trabalhos analisados nesta pesquisa tenha se concentrado no Ensino Médio em relação ao ensino de Genética e material genético (DNA e RNA). No entanto, é importante considerar a importância de introduzir conceitos fundamentais desse campo de estudo, como os ácidos nucleicos, de maneira mais acessível e significativa já no Ensino Fundamental, especialmente no 9º ano, onde muitas vezes esse conteúdo é introduzido.

O desenvolvimento de um jogo didático direcionado ao Ensino Fundamental pode preencher uma lacuna importante no ensino desses conceitos, proporcionando uma base sólida e interessante para os alunos, à medida que avançam para o Ensino Médio. Adaptações dos conceitos e abordagens utilizados nos trabalhos voltados para o Ensino Médio podem ser realizadas para torná-los mais adequados às características e necessidades dos estudantes do Ensino Fundamental. Além disso, considerando que os livros didáticos, muitas vezes, não aprofundam adequadamente esses conceitos, um jogo didático bem desenvolvido pode servir como um recurso complementar valioso para o ensino e aprendizagem de tais conteúdos.

Foram examinadas seis dissertações, uma tese de doutorado, dois artigos e uma monografia. É importante destacar que apenas um desses trabalhos considerou a possibilidade de o jogo ser aplicado no Ensino Fundamental. Essas fontes de pesquisa desempenham um papel fundamental no desenvolvimento deste projeto, especialmente no que diz respeito à criação do produto educacional.

Entre os trabalhos analisados, o estudo de Santos *et al.* (2021) merece destaque, pois apresenta um jogo que emprega a gamificação em sala de aula, funcionando como uma ferramenta didática facilitadora para o ensino de Genética. Além disso, ele se mostra uma alternativa metodológica valiosa para os educadores, com uma variedade

de aplicações possíveis. Esse trabalho se aproxima do que desejamos realizar com o nosso produto educacional proposto.

Porém, cabe salientar a relevância de que todos os trabalhos analisados os discentes demonstram uma melhor aprendizagem após a utilização do jogo didático, demonstrando que ele faz toda diferença no desenvolvimento e na evolução conceitual de certos conteúdos.

4. O ENSINO DE CIÊNCIAS

4.1. História do Ensino de Ciências Naturais

O ensino de Ciências Naturais, também conhecido como Ensino de Ciências, tem uma história que remonta a milhares de anos, mas foi mais especificamente desde o período da Guerra Fria, que os EUA fizeram um importante investimento na formação de futuros cientistas, voltados para o Ensino de Química, Física e Biologia sob a influência da Academia Inglesa, no contexto científico (Krasilchik, 1988, p. 55; 2000, p. 85). No Brasil, diversas mudanças no ensino de Ciências são observadas ao longo do tempo, sempre influenciadas pelas demandas políticas e sociais (Silva-Batista e Moraes, 2019).

Ao longo do tempo, a forma como as Ciências Naturais foram ensinadas evoluiu de acordo com os avanços na Ciência, na Filosofia da Educação e as mudanças sociais. Porém, o ensino de Ciências Naturais tem enfrentado desafios e mudanças constantes para se adaptar ao contexto social, científico e educacional de cada época. Porém, o objetivo central permanece, ou seja, seguir proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda do mundo natural e das leis que o regem.

No Brasil, a incorporação do ensino de Ciências é uma mudança relativamente recente, pois, antes da promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n. 4.024/1961), ele era ministrado apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial (Brasil, 1997). Durante a década de 1950, a Segunda Guerra Mundial exerceu uma influência significativa sobre o ensino de Ciências. Isso ocorreu porque esse período foi marcado pelo rápido avanço da industrialização e pela evolução da tecnologia e da Ciência (Porto; Ramos; Goulart, 2009; Hamburger, 2007). Além disso, nos países que emergiram de uma guerra recente, na qual a vitória dependia em grande parte dos recursos militares, os cientistas, que gozavam de prestígio, reconheceram a educação como um campo onde poderiam exercer uma influência significativa (Krasilchik, 2010, p. 18).

Nessa época, nos Estados Unidos, ocorreu uma reforma no ensino de Ciências que acabou influenciando outros países, incluindo o Brasil, bem como algumas nações em desenvolvimento que enfrentavam as marcas da guerra, processos de industrialização e regimes políticos autoritários. É importante ressaltar que o Brasil estava passando por transformações significativas na educação, buscando substituir o

método de ensino tradicional¹ por abordagens mais modernas e interativas, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Ciências.

No entanto, Krasilchik (2010) explica que, antes das iniciativas norte-americanas, o Brasil já estava vivenciando um movimento institucionalizado em prol do ensino de Ciências, com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), liderado por Isaias Raw. Esse Instituto foi estabelecido por um grupo de professores universitários em São Paulo, no início da década de 1950, com o objetivo de promover melhorias no ensino de Ciências. Seu propósito era aprimorar a qualidade do ensino superior e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento nacional.

Bizzo (2009, p. 7) destaca que um período propício para a renovação curricular no ensino de Ciências surgiu mais ao final da década de 1950, durante a Guerra Fria, quando as duas principais potências mundiais, Estados Unidos e União Soviética, competiam por poder e influência. Para o autor, "um dos momentos cruciais desse embate, se não o mais importante, foi o lançamento do satélite Sputnik em outubro de 1957". Nesse contexto, ainda houve a percepção, tanto pela comunidade ocidental em geral quanto pelos Estados Unidos em particular, de seu atraso tecnológico em relação aos soviéticos.

As conseqüências do cenário da Guerra Fria deixaram uma marca duradoura na década seguinte, influenciando a forma como a disciplina de Ciências Naturais era moldada no contexto brasileiro. Assim, nos anos 1960, sob a influência da perspectiva positivista, tanto o método científico quanto a atividade experimental se tornaram elementos centrais das práticas de ensino. É importante destacar que o positivismo exerceu uma influência significativa em diversos aspectos da sociedade nos séculos XIX e XX. De acordo com essa tendência, admite-se:

[...] apenas o que é real, verdadeiro, inquestionável, aquilo que se fundamenta na experiência. Deste modo, a escola deve privilegiar a busca do que é prático, útil, objetivo, direto e claro. Os positivistas se empenharam em combater a escola humanista, religiosa, para favorecer a ascensão das ciências exatas. (Isandar e Leal, 2002, p. 3).

¹Quando falamos em ensino tradicional nos remetemos a Educação Bancária abordada por Paulo Freire (1921 – 1997) em **A Educação como Prática Libertadora**, que reflete uma sociedade opressora e discriminatória no qual os alunos são vistos como recipientes vazios que devem receber os depósitos ou conteúdos programáticos pré-definidos, sendo os educadores, neste contexto, depositantes de conteúdos.

A democratização do ensino ocorreu com base no acesso dos alunos ao conhecimento científico, permitindo-lhes aprimorar-se por meio da Ciência e Tecnologia, o que marcou uma mudança significativa em relação ao cenário da época.

A década de 1980 ficou marcada por uma crise social e econômica que afetou vários países subdesenvolvidos, como o Brasil, considerados na época como relevantes para o ensino de Ciências Naturais. Essa situação contribuiu para agravar o desemprego, a instabilidade econômica e a queda da qualidade do sistema educacional. Krasilchik (2010) explica que a primeira metade dessa década se caracterizou também pelo início de uma transformação política de um regime de caráter totalitário para um regime participativo pluripartidário, sendo que tanto a construção de uma sociedade democrática como a necessidade de recuperação econômica se constituíram como centro das preocupações das atividades educacionais.

No campo do ensino de Ciências houve o desenvolvimento de perspectivas e abordagens de ensino sendo que, nesse período, "em uma perspectiva construtivista, diferentes correntes da psicologia demonstraram que, antecedendo o conhecimento científico, havia conceitos intuitivos, espontâneos, alternativos ou concepções sobre os fenômenos naturais" (Porto; Ramos; Goulart, 2009, p. 20). A partir da década de 1990, o cenário brasileiro passou por transformações no âmbito educacional que aguçaram o fortalecimento de novas concepções para fundamentar a prática educativa.

Nesse contexto, a publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996), representou um marco significativo na história da educação brasileira, pois trouxe contribuições expressivas para a educação de um modo geral. Para o ensino de Ciências, esse documento fixou a obrigatoriedade na abrangência do conhecimento do mundo físico e natural no contexto escolar. De modo complementar a essas mudanças, a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), no ano de 1997, também representou um momento crucial de movimentação no cenário educacional. Tal documento contemplou diversas áreas do conhecimento e tratou de apresentar temáticas relativas às Ciências, ao Meio Ambiente e à Saúde.

O volume "Ciências Naturais" dos PCNs, para a primeira fase do Ensino Fundamental (1ª a 4ª série), trouxe em sua proposta reflexões para contribuir com perspectivas para organizar essa disciplina no contexto da escola, indicando, de um modo geral, que a aprendizagem do saber científico se constitui como condição

fundamental para a formação de um cidadão participativo e atuante, especialmente quando se trata de assuntos relativos à Ciência e à Tecnologia (Brasil, 1997).

No entanto, o ensino teve uma grande mudança com relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos. Segundo O.Persicheto (2017), por meio do estudo do histórico do ensino de Ciências no Brasil, foi possível verificar as várias tendências que predominaram em determinada época, sendo que as transformações na sociedade, de um modo geral, influenciaram (e ainda influenciam) o modo de trabalhar as Ciências na escola.

De acordo com os PCNs, por ser um documento na linha construtivista, busca-se apresentar tendências de conhecimento científico, envolvendo Ciência e Tecnologia no momento atual, fazendo com que todos valorizem o conhecimento científico, sem realizar aprendizagem mecânica e sim significativa, no processo de ensino e de aprendizagem. Conforme explica Gonçalves (2005), tais parâmetros apresentam alguns aspectos como princípios orientadores da prática pedagógica: o ensino voltado ao aluno; o desenvolvimento de capacidades como relevantes para o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais da escolarização; finalidade da educação escolar; e a ampliação no significado do conceito de conteúdo curricular.

No que se refere aos conteúdos atitudinais, vale frisar que: [...] aspectos do desenvolvimento afetivo, dos valores e das atitudes também merecem atenção ao se estruturar a área de Ciências Naturais, que deve ser concebida como oportunidade de encontro entre o aluno, o professor e o mundo, reunindo os repertórios de vivências dos alunos e oferecendo-lhes imagens, palavras e proposições com significados que evoluam, na perspectiva de ultrapassar o conhecimento intuitivo e o senso comum (Brasil, 1997, p. 32).

O ensino de Ciências Naturais no Brasil tem evoluído em resposta às mudanças sociais, políticas e científicas, buscando sempre promover uma educação mais inclusiva, participativa e alinhada com as necessidades da sociedade.

4.2. O ensino de Ciências atualmente

O ensino de Ciências é uma área da educação que se dedica a ensinar conceitos, princípios e métodos relacionados às Ciências Naturais, como Biologia, Química, Física, Astronomia, Geologia, entre outras. É uma disciplina fundamental para que os alunos

possam compreender o mundo natural e desenvolver habilidades de pensamento crítico e científico.

Segundo Lutosa (2013), as Ciências têm por objetivo desenvolver, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, a cidadania, a compreensão do ambiente, dos fenômenos naturais e do indivíduo como integrante e transformador desse meio ambiente, utilizando-se dos conhecimentos de natureza científica e tecnológica de maneira ética e ambientalmente responsável.

Sendo assim, o ensino de Ciências tem a função de colocar o saber científico ao alcance do público escolar, perante uma escala sem precedentes e que deve ser encarado de forma séria, principalmente diante da ampla difusão dos conhecimentos e procedimentos científicos na vida cotidiana das pessoas (Malafaia e Rodrigues, 2008).

Ainda para Lutosa (2013), o ensino de Ciências pode contribuir para a formação de um aluno capaz de interpretar e avaliar as informações veiculadas pelos noticiários, de argumentar, e assim participar efetivamente das decisões em sua rua, bairro ou país que procura solucionar problemas e ajudar na qualidade de vida dos seres vivos em geral.

Desta forma, podemos dizer que o principal objetivo do ensino de Ciências é proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais que ocorrem à sua volta e dos princípios que governam esses fenômenos. Ao aprender Ciências, os alunos são incentivados a observar, a questionar, a formular hipóteses, a conduzir experimentos e a analisar resultados. Esse processo ajuda a desenvolver o pensamento lógico, a capacidade de resolver problemas e a tomar decisões.

Além disso, o ensino de Ciências também visa promover a alfabetização científica, ou seja, capacitar os alunos a entender e avaliar informações científicas presentes na sociedade, tais como notícias, relatórios de pesquisas, questões ambientais, entre outros. Dessa forma, os estudantes são preparados para tomar decisões conscientes e responsáveis em relação a questões científicas e tecnológicas que afetam suas vidas e a sociedade como um todo.

Para Costa (2019), das pesquisas em Educação/Ensino de Ciências têm surgido recomendações em prol de efetivas melhorias no Ensino Ciências, dentre as quais, destacam-se: respeito ao conhecimento espontâneo do aluno aliado a estratégias que contemplem a problematização e a construção de outras explicações de cunho mais

científico; o uso da História da Ciência para favorecer a compreensão da produção do conhecimento científico e sua ligação estreita com questões político-sociais econômicas.

As abordagens e metodologias utilizadas no ensino de Ciências têm evoluído ao longo do tempo. Atualmente, o ensino de Ciências é valorizado quando é mais interativo, prático e contextualizado. O uso de experimentos, atividades de laboratório, visitas a museus, jogos, centros de Ciência, projetos de pesquisa e atividades ao ar livre são algumas das estratégias que enriquecem o aprendizado em Ciências. Pode-se dizer que o Ensino de Ciências precisa de mudanças com relação ao fato do aluno participar mais das aulas, dando sua opinião, tendo um conhecimento espontâneo, que não seja apenas um ouvinte assíduo das aulas.

O ensino de Ciências é essencial para formar cidadãos mais conscientes, críticos e informados sobre questões científicas e tecnológicas. Além disso, é uma base importante para o desenvolvimento de novas gerações de cientistas e profissionais que contribuirão para o avanço do conhecimento científico e para a solução de problemas complexos enfrentados pela humanidade.

O papel do professor é fundamental no ensino de Ciências, pois cabe a ele estimular a curiosidade dos alunos, criar um ambiente de aprendizado seguro e acolhedor, e orientá-los no processo de investigação científica. Professores bem preparados podem despertar o interesse dos alunos pela Ciência e motivá-los a seguir carreiras nas áreas científicas.

Em termos de currículo, no Ensino Fundamental anos finais, a área de Ciências Sociais já se desdobra em disciplinas específicas (Geografia e História) enquanto a área de Ciências da Natureza ocorre como uma única disciplina, com a formação de professores, com raras exceções, ainda por meio de licenciaturas específicas em Ciências Biológicas, Física e Química. Greca *et al.* (2013) esclarecem que as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da educação básica não editou diretrizes específicas para a formação de professores de ciências” (p. 539). Contudo, a proximidade entre as terminologias Ciências da Natureza e Ciências Biológicas têm garantido na rede pública a predominância dos licenciados em Ciências Biológicas na docência da disciplina Ciências da Natureza (Maldaner; Nonenmacher; Sandri, 2010), enquanto na rede privada, a critério do empregador, geralmente os 8º e 9º anos são deixados sob a responsabilidade dos licenciados em Química, Física e Biologia, com a consequente fragmentação das Ciências Naturais.

No entanto, a não formação e a qualificação de alguns professores pode prejudicar as mudanças e o andamento das aulas de Ciências da Natureza, fazendo com que se preocupe com a aprendizagem dos alunos, e com a qualificação dos docentes, que, muitas vezes, por falta de conhecimento não buscam um aperfeiçoamento adequado com relação às tecnologias e conhecimentos científicos no Ensino Fundamental.

Segundo Chassot (2013), o conhecimento chega à escola de todas as maneiras e com as mais diferentes qualidades. Essa é a mudança radical que ela vive hoje. É evidente que essa escola exige outras posturas de professoras e professores. O transmissor de conteúdos não encontra mais espaço na atual conjuntura. Hoje precisamos mudar de informadores para formadores. Portanto, parte das ações dos professores, é ajudar a formar um pensamento crítico que permita a nossos alunos discriminar “verdades” de falácias e privilegiar - dentro do extenso repertório de conhecimentos - aqueles conteúdos que possibilitem ter uma melhor qualidade de vida.

Ensinar Ciências não é somente trabalharmos com a informação científica (os antigos conteúdos programáticos). De acordo com Silva (2013, p. 5) “é ensinarmos como é construída, produzida e difundida, como é utilizada socialmente, seus riscos e benefícios, quanto - e como - é necessário controlá-la, socialmente entre outros aspectos”.

De acordo com a LDB 9394/96, o ensino fundamental deve garantir a difusão do conhecimento, respeitando os valores de cada cidadão, tendo como objetivos principais desenvolver no aluno a escrita e a leitura de forma que possa servir de base para o próximo nível, o Ensino Médio da educação básica (Lutosa, 2013).

O Ensino de Ciências no 9º ano, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), trabalha com a hereditariedade segundo as habilidades de associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes; discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas e fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

Tornar a aprendizagem desses conteúdos mais didática, é um desafio para os professores do Ensino Fundamental anos finais, visto que esse conteúdo será de extrema importância para o Ensino Médio. Assim, se faz necessário que o professor se

utilize de metodologias ativas com o intuito de tentar tornar o Ensino de Ciências mais dinâmico.

4.3. Ensino de Genética (DNA e RNA)

De acordo com Lopes e Rosso (2007), a Genética é a área da Biologia que estuda o material genético, seus componentes e a forma como ocorre a transmissão de características hereditárias ao longo de gerações.

O ensino de Genética, que inclui o estudo do DNA e RNA, é uma parte fundamental do currículo de Ciências e Biologia em muitos sistemas educacionais. A Genética é a ciência que investiga a hereditariedade e a variação das características entre organismos, sendo os ácidos nucleicos moléculas essenciais para a transmissão e expressão dos genes.

O ensino de Genética é de grande relevância, pois proporciona uma compreensão mais profunda sobre os processos biológicos e a diversidade dos seres vivos. Além disso, é crucial para a pesquisa científica, a medicina e a biotecnologia, permitindo avanços na área da saúde, na agricultura e em outras aplicações práticas.

O impacto da Genética na pesquisa biológica e suas aplicações promoveram uma "revolução genética". A Genética agora faz parte da estrutura analítica de, praticamente, todas as áreas da Biologia. Ela tem trazido informações fundamentais para todas as principais questões da Biologia antes sem resposta (Griffiths, 2013, p. 22). Ainda para Griffiths (2013, p. 23), a sociedade humana tem se beneficiado da revolução genética. O nível de profundidade do entendimento que tal área proporciona sobre a natureza e a evolução da vida tem possibilitado que os seres humanos vejam, filosoficamente, a si e às demais espécies de uma nova maneira.

O ensino de Genética é crucial para o entendimento da vida, essencial para que muitos acontecimentos sejam desvendados, representando uma oportunidade para um trabalho direcionado à aprendizagem, onde deve-se focar na aquisição de conhecimentos relacionados aos conceitos, como o genoma, transmissão de caracteres hereditários, clonagem, transgênicos, dentre outros, que precisam ser trabalhados de forma mais aprofundada dentro da escola.

Porém, de acordo com Araújo e Gusmão (2017, p. 2), os conceitos abordados no ensino de Genética são de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no entendimento. Por conseguinte, as dificuldades para aprender Genética são

atribuídas ao fato de ser esta uma área caracterizada por uma grande quantidade de termos, que se restringem apenas aos conhecimentos específicos da Biologia, e que não estão presentes no cotidiano dos alunos.

Além disso, Rocha e Roxo (2016) alegam que o conteúdo desta área do conhecimento parece estar distante e de difícil entendimento, pois é apresentado de forma teórica e com poucas atividades que realmente envolvam os alunos. Logo, para que o aluno seja estimulado à análise de dados e à formação de argumentos e ideias, é necessário que perceba o conhecimento como elo de ligação entre ele e a sua realidade.

Krasilchik (2005) atribui um dos fatores dessa dificuldade no ensino à formação inadequada dos professores de Ciências e Biologia nas áreas de Genética, fazendo com que se tenha um distanciamento entre a educação escolar e a assimilação de conceitos. Ainda para Krasilchik (2005), a formação exclusivamente teórica, e com pouca qualidade de informação, resulta na dificuldade em estabelecer relações entre o cotidiano e o conhecimento adquirido na escola e faz com que os estudantes fiquem distantes das informações sobre Genética divulgadas pela mídia, distanciando a realidade dos alunos dos acontecimentos.

Um dos recursos que pode ser utilizado para facilitar a aprendizagem de Genética é a criação de um jogo didático, produto educacional proposto neste trabalho, que pode contribuir para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem, despertando a atenção, ajudando na motivação e aumentando o interesse dos alunos. Esta estratégia poderá trazer um aprendizado mais atraente e prazeroso, facilitando a aprendizagem e permitindo, assim, uma melhor relação do conteúdo com o cotidiano dos alunos.

5. METODOLOGIAS ATIVAS E APRENDIZAGEM POR JOGOS

De acordo com Bacich e Moran (2017, p. 39):

os processos de aprendizagem são múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais. O ensino regular é um espaço importante, pelo peso institucional, anos de certificação e investimentos envolvidos, mas convive com inúmeros outros espaços e formas de aprender mais abertos, sedutores e adaptados às necessidades de cada um.

Uma forma mais atrativa de aprender é a partir das metodologias ativas. As metodologias ativas são maneiras de se trabalhar em sala de aula com atividades diferenciadas, levando o aluno, na grande parte das vezes, a motivar-se pelas aulas, de maneira que consiga participar e aprender de forma dinâmica, com utilização de fatos da sua vivência, fazendo com que os mesmos estimulem seus conhecimentos, pensamentos, argumentando sobre seus aprendizados.

Bacich e Moran (2017, p. 41) definem as metodologias ativas como estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações.

Isso se torna cada vez mais importante no processo de ensino dos atuais, visto que segundo Bacich e Moran (2017, p. 39)

aprendemos também de muitas maneiras, com diversas técnicas e procedimentos, mais ou menos eficazes para conseguir os objetivos desejados. A aprendizagem ativa aumenta a nossa flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais ou objetivos e de adaptar-nos a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes.

As metodologias ativas podem ser realizadas através de jogos, sala de aula invertida, ensino interdisciplinar, ensino híbrido, entre outros, fazendo com que os discentes possam demonstrar um maior interesse pelas aulas, sendo que para isso se concretizar precisamos mudar a mentalidade e a acomodação de muitos docentes, que ainda não se sentem seguros para tais mudanças, pois é através das aprendizagens ativas que poderemos conseguir resgatar o entusiasmo de muitos alunos pelas aulas.

Com o uso das metodologias ativas, Bacich e Moran (2017, p. 39) alegam que “a sala de aula pode ser um espaço privilegiado de cocriação, maker, de busca de soluções empreendedoras, em todos os níveis, onde estudantes e professores aprendam a partir de situações concretas, desafios, jogos, experiências, vivências, problemas, projetos,

com os recursos que têm em mãos: materiais simples ou sofisticados, tecnologias básicas ou avançadas.”

Ainda para os autores, é importante estimular a criatividade de cada um, a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores, realizadores; que conseguem assumir riscos, aprender com os colegas, descobrir seus potenciais. Assim, o aprender se torna uma aventura permanente, uma atitude constante, um progresso crescente (Bacich e Moran, 2017, p. 39).

Segundo Moran (2015), às instituições educacionais atentas às mudanças escolhem fundamentalmente dois caminhos, um mais suave - mudanças progressivas - e outro mais amplo, com mudanças profundas. No caminho mais suave, elas mantêm o modelo curricular predominante – disciplinar – mas priorizam o envolvimento maior do aluno, com metodologias ativas como o ensino por projetos de forma mais interdisciplinar, ou ensino híbrido (ou *blended learning*) ou a sala de aula invertida. Outras instituições propõem modelos mais inovadores, disruptivos, sem disciplinas, que redesenham o projeto, os espaços físicos, as metodologias, baseadas em atividades, desafios, problemas, jogos e onde cada aluno aprende no seu próprio ritmo e necessidade e também com os outros em grupos e projetos, com supervisão de professores orientadores.

Alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e ao mesmo tempo aprendem com a interação, tudo isso utilizando as metodologias ativas adequadas.

Os jogos e as aulas roteirizadas com a linguagem de jogos estão cada vez mais presentes no cotidiano escolar. Para gerações acostumadas a jogar, a linguagem de desafios, recompensas, de competição e cooperação é atraente e fácil de perceber. Os jogos colaborativos e individuais, de competição e colaboração, de estratégia, com etapas e habilidades bem definidas se tornam cada vez mais presentes nas diversas áreas de conhecimento e níveis de ensino.

Assim se apresenta a necessidade de se trabalhar com a metodologia ativa do tipo aprendizagem por jogos, que é uma maneira de estimular os alunos com relação ao

desenvolvimento cognitivo, psíquico, à curiosidade e ao interesse pelo assunto desenvolvido.

Segundo Carvalho (2015), os jogos são contextos com regras bem definidas, em que os jogadores têm objetivos e desafios claros. Os jogos oferecem um ambiente motivador e envolvente onde os utilizadores “aprendem a jogar, jogando” graças a desafios ajustados ao nível de competência do jogador e a uma realimentação constante. São ambientes que reforçam a capacidade de tomar decisões, de trabalhar em equipe e que promovem competências sociais, de liderança e colaboração.

Um jogo é um contexto estruturado em que os utilizadores (jogadores) procuram ultrapassar metas intermédias tendo em vista o objetivo final, a vitória. Ao mesmo tempo, têm de respeitar o conjunto de regras referentes a esse ambiente restrito: o não cumprimento dessas regras resulta num castigo ou punição. Os jogos podem envolver um jogador atuando sozinho, dois ou mais jogadores agindo e colaborando com jogadores, ou equipes de jogadores competindo entre si.

Trabalhar com a utilização de jogos requer muita cautela e conhecimento, pois os discentes devem estar cientes que nem sempre todos irão ganhar, e que o importante é a participação, a interação, a emoção e a dedicação entre os jogadores, não necessariamente a vitória e, sim, a aprendizagem e o conhecimento que o jogo irá transmitir para estes.

Desse modo, as atividades proporcionam imitação de comportamentos mais avançados, exercícios de funções e papéis para os quais a criança ainda não está pronta, permitindo-lhe vivenciar situações que não são possíveis na sua realidade, mas tornam-se viáveis no plano do jogo e da imaginação. Essas experiências promovem aprendizado e antecipam o desenvolvimento, uma vez que, nos jogos, a criança se coloca nas atividades dos adultos e ensaia papéis e valores que pertencem ao seu futuro. Com isso, ela começa a adquirir habilidades e atitudes que deverão ser utilizadas em sua vivência social posterior.

Nessa perspectiva, entra em cena um dos conceitos importantes da teoria vigotskiana: a mediação. Esse conceito revela que todas as relações do ser humano com o mundo ocorrem por meio de instrumentos e pela linguagem (que traz consigo informações da cultura à qual pertence o sujeito). As aquisições sociais historicamente construídas não são transmitidas geneticamente, por isso a transmissão cultural deve ser efetuada pela geração mais antiga à mais nova. Com isso, a criança, a partir das

interferências recebidas, amplia os conhecimentos e desenvolve capacidades que lhe permitem tomar consciência de si e do mundo.

Segundo Costa (2022), um dos aspectos a serem considerados diz respeito aos instrumentos ou meios utilizados na mediação, ou seja, o professor é o elemento humano que se coloca entre o conhecimento e o aprendiz. Entretanto, para que a mediação se concretize de forma satisfatória, é necessário a utilização de ferramentas adequadas, dentre as quais destacamos o jogo como instrumento com excelente potencial devido às suas características de atividade lúdica e motivacional.

5.1. Jogos Didáticos e o Ensino de Ciências

Em relação aos jogos didáticos, Pedroso *et al.* (2009), os definem como uma brincadeira que é reconhecida pela sociedade como meio de fornecer à criança um ambiente agradável, motivador, prazeroso, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades. Outra importante vantagem no uso de jogos didáticos é a tendência em motivar o aluno a participar espontaneamente na aula, auxiliando o caráter pedagógico no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas.

O ensino de Ciências nos últimos anos tem sido tema de várias pesquisas na área educacional na tentativa de compreender por que o trabalho nesta disciplina por vezes estava vinculado apenas à exposição oral dos conteúdos, levando assim, crianças e adolescentes a perderem o interesse por essa área de conhecimento. Com o surgimento das inovações tecnológicas e a possibilidade de uso das metodologias ativas, que podem auxiliar o trabalho do professor, verificou-se uma grande necessidade de vincular o ensino de Ciências a atividades que pudessem proporcionar prazer e diversão ao aluno. Uma forma de auxiliar esse processo é através do uso de jogos didáticos como ferramenta auxiliadora do ensino (Silva, 2014).

O Ensino em Ciências exerce um papel fundamental na abordagem de certos assuntos, os quais são importantes para a sociedade. Chassot (2013) colabora expondo que, nos dias de hoje, não se pode mais apresentar propostas para um ensino de Ciências que não incluam nos currículos escolares componentes que priorizem a compreensão dos aspectos sociais em que estão envolvidos os alunos.

Os jogos didáticos podem possibilitar maior integração entre os discentes e também podem auxiliar uma maior participação nas aulas, portanto deveriam ser mais

utilizados pelos docentes das diversas áreas. Para Campos *et al.* (2003), os jogos são alternativas viáveis de sociabilidade e aprendizagem coletiva, que geram no educando a oportunidade e o prazer de construir conhecimentos mais elaborados e aprofundados. Saber a preferência dos discentes quanto aos jogos é de grande relevância, visto que se deve pensar no processo de ensino como momento de construção de aprendizagens vinculadas ao conhecimento espontâneo.

Para o ensino de Ciências, o jogo é uma oportunidade de despertar nos alunos a vontade de aprender Ciências com ludicidade. Por isso, o trabalho objetiva analisar a importância dos jogos didáticos para o ensino de Ciências e como esse jogo pode se tornar um facilitador no processo de ensino e de aprendizagem.

Há muito tempo os educadores vêm demonstrando um enorme interesse em descobrir a relação entre o jogo e a educação. Vêm tentando mostrar que os jogos são ferramentas que auxiliam no processo de ensino e de aprendizagem, e que estes têm adentrado as escolas com o intuito de facilitar a aprendizagem e favorecer o ensino dos conteúdos escolares, despertando o interesse dos alunos, seja qual for a idade, além de auxiliar no desenvolvimento cognitivo e emocional dos mesmos (Kishimoto, 1997).

Na disciplina de Ciências há uma grande necessidade de práticas que possibilitem a participação dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem, e o jogo contribui assim para que o processo de construção do conhecimento torne o ensino de Ciências mais interessante e mais próximo dos alunos, impedindo a difusão de conceitos equivocados (Camargo e Malachias, 2007).

É válido salientar a importância da adaptação dos jogos ao público, este é um fator determinante nas variáveis do ensino e de aprendizagem e é um dos grandes motivos de desuso dos jogos em sala de aula. Muitas vezes, a adaptação do jogo didático aos alunos consome bastante tempo, fator negativo para o docente que, muitas vezes, está preocupado com a quantidade de conteúdo que deve ser repassado e não com a qualidade destes.

Segundo Miranda (2022), os teóricos apontam a importância da utilização dos jogos para que a aprendizagem das crianças possa ser desenvolvida. Além de serem divertidos, os jogos auxiliam nesse sentido. As crianças aprendem regras, estratégias, controle de tempo e esses benefícios podem ser utilizados na escola e fora dela. Os jogos podem ser trabalhados individualmente e de forma colaborativa. É importante trabalhar os jogos colaborativos pois as crianças aprendem a trabalhar em equipe, e o

hábito de trabalhar em equipe é necessário e deve ser adquirido desde a infância, sendo que os jogos podem desenvolver essa habilidade.

6. REFERENCIAL TEÓRICO

Lev Vigotski, renomado psicólogo e teórico da educação russo, desempenhou um papel fundamental no avanço da Psicologia Cultural-Histórica. Sua teoria da aprendizagem é amplamente reconhecida como uma das mais influentes no âmbito da Psicologia Educacional.

A Teoria Histórico-Cultural, formulada por Vigotski (2001), aborda uma ampla gama de aspectos cruciais para a compreensão do desenvolvimento humano. Esta teoria enfatiza a significativa influência da interação social, da linguagem, do contexto histórico e cultural no qual o indivíduo está imerso, bem como as particularidades individuais, as experiências vivenciadas, os fatores biológicos e as condições materiais que moldam o desenvolvimento cognitivo e socioemocional das pessoas.

A abordagem de Vigotski enfatiza que a aprendizagem é um processo contínuo e que o desenvolvimento intelectual ocorre por meio de saltos qualitativos, nos quais os indivíduos avançam de um nível de conhecimento para outro. Nesse contexto, o ensino e a aprendizagem são interligados e formam uma unidade inseparável, que define o espaço de formação do indivíduo na dimensão sociocultural. Isso implica que os professores desempenham um papel ativo no processo de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, estabelecendo assim, uma relação colaborativa e interativa.

Um ponto relevante na teoria de Vigotski (2001) apresentado na obra "A construção do pensamento e da linguagem" refere-se aos conceitos espontâneos e aos conceitos científicos. Segundo ele, os conceitos espontâneos são adquiridos pelas crianças ao longo de suas interações cotidianas e experiências diretas com o mundo, sem uma estrutura formal de aprendizagem. Por outro lado, os conceitos científicos são adquiridos a partir do ensino formal e são caracterizados por uma compreensão mais profunda e sistemática da realidade observada. Eles requerem uma abstração e generalização que vão além das experiências pessoais e são frequentemente mediados por símbolos e linguagem. Vigotski (2001) afirma que o desenvolvimento dos conceitos científicos é crucial porque ajuda a organizar os conceitos espontâneos, levando a uma compreensão mais sistemática e coerente do mundo.

As ideias de Vigotski (2001) são fundamentadas em quatro conceitos essenciais: interação, mediação, internalização e Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI).

Segundo Vigotski (2001), a interação com o meio está diretamente ligada ao desenvolvimento cognitivo, ou seja, é fortemente influenciado pela interação do indivíduo com seu ambiente e com outras pessoas. O processo de desenvolvimento se dá de maneira externa para interna, na medida em que experiências e interações são internalizadas. Assim, o ambiente social e as influências culturais são fundamentais para o desenvolvimento psicológico e conceitual do indivíduo.

Ainda para Vigotski (2001) é de suma importância que ocorra interação social no processo de aprendizagem. Ele acredita que as pessoas aprendem melhor quando interagem com outras, seja através de conversas, discussões, trabalhos em grupo ou outras formas de comunicação. A interação permite que os indivíduos compartilhem conhecimento, discutam ideias e colaborem na construção do conhecimento. Moreira (2015, p. 110) afirma que “a interação social é, portanto, na perspectiva vigotskiana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórico e culturalmente construído”.

Vigotski (2001) argumenta que a interação social é mediada por ferramentas e signos culturais. Essas mediações podem incluir a linguagem, a escrita, as tecnologias, entre outros. As mediações auxiliam os indivíduos a compreender conceitos complexos e a internalizar o conhecimento. Por exemplo, a linguagem escrita é uma mediação que nos permite armazenar e transmitir conhecimento ao longo do tempo e entre diferentes contextos.

Essas trocas sociais são mediadas por instrumentos e signos, sendo os instrumentos tudo o que o ser humano criou por meio do domínio da natureza, enquanto os signos são dispositivos sociais produzidos coletivamente. Os instrumentos e signos desempenham um papel fundamental na internalização das atividades, ou seja, na reconstrução interna de operações realizadas externamente. Através da mediação de professores ou colegas, ocorre a internalização do conhecimento, o que, por sua vez, promove o desenvolvimento.

Na Teoria Histórico-Cultural de Vigotski (2001), o conceito de mediação é fundamental, visto que as Funções Psicológicas Superiores (FPS) são desenvolvidas através deste processo de mediação. Para Marques e Rosa (2023, p. 17) “para Vigotski, as FPS são de origem social e se desenvolvem a partir da apropriação de instrumentos materiais e psicológicos (signos), característicos da atividade escolar, o que torna a tarefa de ensinar um tanto mais complexa do que simplesmente organizar estratégias”.

De acordo com Souza e Andrada (2013, p.357),

as FPS, como memória, consciência, percepção, atenção, fala, pensamento, vontade, formação de conceitos e emoção, se intercambiam nesta rede de nexos ou relações e formam, assim, um sistema psicológico, em que as funções se relacionam entre si. Esse processo não se esgota, pois, apesar da estrutura das FPS não mudarem, as conexões (ou nexos) mudam. Entende-se que os nexos são a própria configuração de novos significados e sentidos e isto se dá quando as FPS se cruzam no processo evolutivo, promovendo um salto no desenvolvimento do sujeito. O signo faz a conexão das FPS, pois é por meio dele que as funções se aglutinam no sujeito. Isto porque, é pelos signos que se efetivam as conexões/relações entre as diferentes FPS, pois somente deste modo as informações transitam e podem ser acessadas, uma vez que o signo "é o próprio meio da união das funções em nós mesmos, e poderemos demonstrar que sem esse signo o cérebro e suas conexões iniciais não podem se transformar nas complexas relações, o que ocorre graças à linguagem" (Vigotski, 1925/2004b, p.114). Apesar de ser necessária a mediação dos signos para haver conexões entre as diferentes FPS, essa mediação precisa ter um significado para o sujeito, ou seja, precisa fazer sentido para provocar relações e nexos entre as funções. Desta perspectiva, quem faz a mediação é o próprio sujeito e não o outro, ainda que ela seja possível pela via do outro.

De acordo com Vigotski (2001), o professor tem um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem pois trata-se um agente ativo, atuando como um parceiro mais capaz que estimula os alunos a construir seu próprio conhecimento e desenvolvimento pessoal. Nesse contexto, a mediação desempenha um papel crucial. O professor atua como um facilitador que fornece o suporte necessário para os alunos atingirem seu potencial máximo de aprendizagem. Ele cria um ambiente de aprendizagem rico em interações sociais e oportunidades para que os alunos construam seu conhecimento de maneira colaborativa.

O conceito de internalização, segundo Vigotski (2001), refere-se ao processo pelo qual o conhecimento adquirido externamente, por meio da interação e mediação social, torna-se uma parte integrante do pensamento e do repertório cognitivo de um indivíduo. A internalização implica que, ao longo do tempo, as habilidades e os conhecimentos adquiridos socialmente se tornam internalizados e passam a fazer parte da mente do indivíduo.

Vigotski (2001) interpreta a imitação como um elemento fundamental no desenvolvimento, contrariando as visões da época que a consideravam uma ação meramente mecânica sem impacto no crescimento intelectual. Ele destaca que, desde o primeiro ano de vida, a imitação guiada por adultos é crucial para o desenvolvimento psicológico da criança, permitindo-lhe adquirir comportamentos complexos que seriam inacessíveis individualmente. Além disso, ressalta que a imitação como uma prática essencial na dinâmica de aprendizagem e desenvolvimento, situando sua importância

no contexto da Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI). A ZDI proposta por Vigotski (2001) compreende a uma espécie de desnível cognitivo do aprendiz dentro do qual a instrução é mais viável e produtiva, estabelece limites para a promoção do desenvolvimento cognitivo, sendo que a origem do desenvolvimento cognitivo reside na interação social entre crianças e adultos.

A ZDI (*zona blijaichego razvitia*) é a distância entre o nível do desenvolvimento atual da criança (do aluno em geral), que é definido com ajuda de questões que a criança resolve sozinha, e o nível do desenvolvimento possível da criança, que é definido com a ajuda de problemas que a criança resolve sob a orientação dos adultos e em colaboração com companheiros mais inteligentes (parceiro mais capaz).

Vigotski argumentava que a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre dentro da ZDI, ou seja, quando está ligeiramente além do nível atual de desenvolvimento do aluno. Isso significa que o ensino deve ser adaptado às necessidades individuais de cada aluno, levando em consideração seu estágio atual de desenvolvimento, mas também desafiando-o a alcançar um nível mais avançado com o apoio apropriado.

Para Vigotski, às FPS se desenvolvem primeiramente no plano social e, depois, no plano individual, ou seja, a aprendizagem efetiva ocorre quando as atividades estão dentro da ZDI, permitindo ao aluno internalizar habilidades e conhecimentos inicialmente compartilhados durante as interações sociais. A partir deste mecanismo, a aprendizagem passa a ser vista não apenas como um processo de aquisição de conhecimento, mas como um processo dinâmico de transformação cultural e cognitiva.

7. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo será apresentado a metodologia de estudo. Este trabalho baseou-se na pesquisa qualitativa na perspectiva de Yin (2016). A pesquisa qualitativa é uma abordagem de pesquisa que se concentra em compreender e interpretar as experiências, significados e perspectivas das pessoas sobre um determinado fenômeno ou problema.

De acordo com o Yin (2016, p. 29) existem cinco características da pesquisa qualitativa:

1. estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real;
2. representar as opiniões e perspectivas das pessoas de um estudo;
3. abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem;
4. contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano;
- e 5. esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte

Neste trabalho nos baseamos na segunda característica, que segundo Yin (2016, p. 29) baseia-se em “representar as visões e perspectivas dos participantes de um estudo”.

Inicialmente, o percurso metodológico deste trabalho iniciou-se com a realização de uma roda de conversa, gravada em vídeo, para avaliar os conhecimentos espontâneos dos discentes. Este momento permitiu à professora/pesquisadora compreender o que os alunos já sabem sobre o tema a ser explorado no jogo.

De acordo Warschauer (2001) a roda de conversa é definida como um instrumento pedagógico que visa criar um espaço dialogal onde as experiências são compartilhadas e registradas. Esta técnica é empregada para fomentar a troca de conhecimentos e experiências de maneira coletiva e colaborativa, promovendo uma interação entre os participantes.

É importante ressaltar que a participação dos alunos no processo de pesquisa deste trabalho foi voluntária e que foi solicitado o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis (APÊNDICE A). O TCLE é um documento que garante aos participantes o respeito aos seus direitos e o entendimento sobre o estudo que foi realizado. O preenchimento do TCLE foi obrigatório para a participação na pesquisa e é uma garantia de que os alunos estão cientes sobre o objetivo do estudo, seus procedimentos e as possíveis consequências da participação.

Após essa discussão inicial, a professora e pesquisadora conduziu uma aula expositiva dialogada, abordando os conceitos fundamentais de DNA e RNA. Em seguida,

utilizando esse conhecimento como base, os alunos foram convidados a participar do jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA", que foi desenvolvido pela própria professora e pesquisadora. Este jogo tem como objetivo reforçar e expandir o entendimento dos alunos sobre esses tópicos essenciais de DNA e RNA.

Para avaliar a evolução conceitual dos alunos em relação aos conceitos científicos, após a realização do jogo, foi realizada outra roda de conversa com os alunos e aplicação de um questionário (Apêndice G) com objetivo de receber uma devolutiva das percepções dos discentes em relação ao produto educacional e aprendizagens.

Além disso, observações e diários de bordo foram utilizados pela professora/pesquisadora durante o desenvolvimento das atividades em relação às interações e a percepção da evolução conceitual dos alunos. Todos os passos dos encontros (aula expositiva e aplicação do jogo didático) foram gravados para auxiliar a professora/pesquisadora na consulta para o preenchimento do diário de bordo.

Assim, a coleta de dados utilizou uma abordagem integrada, utilizando observações e diário de bordo da professora/pesquisadora e a análise da roda de conversa realizada com os discentes, gravada. A análise dos dados qualitativos obtidos por meio das observações foi guiada pelo método proposto por Yin (2016). Esse método orienta um processo de análise de dados dividido em cinco fases, que não necessariamente precisam ocorrer em uma sequência rígida: compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão. Essas etapas permitem uma abordagem flexível para explorar e compreender as informações coletadas durante a pesquisa.

7.1. Contexto da Pesquisa

A Escola Municipal de Ensino Fundamental (E.M.E.F.) Presidente João Goulart iniciou suas atividades em 1998, como anexo da E.M.E.F. Silvina Gonçalves, com turmas de 6^a, 7^a e 8^a série, sob governo do senhor Prefeito Ermínio Braga Lucena, da gestão 1997 a 2000, no município de Arroio Grande, RS.

No dia 04 de fevereiro de 1999, foi oficialmente publicado o decreto de criação e denominação da Escola Presidente João Goulart, estabelecendo o dia 18 de outubro de 2000 como data de celebração do aniversário da escola através do parecer de funcionamento e validação de estudos. Em 2001, a escola iniciou o ano atendendo

turmas de 1ª à 8ª séries e, ainda, o Curso de Pedagogia do 3º ao 6º semestres, no turno da noite.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente João Goulart é a maior instituição de ensino da rede pública municipal de Arroio Grande, atendendo atualmente cerca de 403 alunos de 05 a 17 anos. A escola funciona do Pré-Escolar ao 9º ano no período matutino, das 8h às 12h10min e do Pré-Escolar ao 9º ano no período vespertino, das 13h às 17h10min. Dos alunos matriculados 84 utilizam o transporte escolar municipal.

A escola está situada na periferia da cidade e recebe principalmente estudantes carentes das classes populares, provenientes de diversos bairros no município e também do meio rural, de modo que, a Secretaria Municipal de Educação fornece transporte gratuitamente aos estudantes, sendo aproximadamente 17 localidades atendidas por esse transporte.

A comunidade escolar inclui pessoas de diferentes origens culturais, com diferentes tradições, crenças e valores, o que influencia na forma como os alunos se relacionam entre si e com o ambiente escolar. Além disso, a Escola apresenta sua equipe diretiva formada pela Direção, vice direção, coordenação pedagógica e Orientação Educacional.

Atualmente a Escola possui no prédio 10 salas de aula, 1 laboratório de informática, 1 secretaria e 1 sala de gestão, possui cozinha com refeitório e dois banheiros. No prédio anexo 1 existe uma sala de educação infantil e biblioteca, enquanto no anexo 2 uma sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE) e almoxarifado. As salas de aula são amplas, comportam aproximadamente 20 alunos, com 20 mesas e uma mesa do professor, algumas possuem armários, outras não, todas as salas têm uma TV. O laboratório de informática possui 10 computadores de mesa com acesso à Internet e um televisor.

A escola possui um pátio grande, com uma pracinha para recreação e uma quadra. Neste momento, está em andamento a ampliação de mais 4 salas de aula, uma sala com banheiro e trocador para Educação Infantil, assim como refeitório e mais 2 banheiros.

7.2. Sujeitos da Pesquisa

Os discentes que participaram da pesquisa têm entre 14 e 18 anos e são das turmas de 9º ano, do turno da manhã e tarde. A turma 92, do turno da manhã, possui 22 alunos, onde quinze são do sexo masculino e sete do sexo feminino. Já a turma 91, do turno da tarde, possui 14 alunos sendo 5 do sexo masculino e 9 do sexo feminino. Em ambas as turmas, em sua maioria, os discentes são de famílias humildes.

8. PROPOSTA DIDÁTICA: JOGO TRILHA GENÉTICA DO DNA E RNA

O Produto Educacional deste trabalho é um jogo, devido à dificuldade que os alunos possuem em compreender o conteúdo de Genética DNA e RNA, a fim de que se possa ressignificar estes conteúdos, o jogo será aplicado com as turmas do 9º ano nos turnos da manhã e tarde, na disciplina de Ciências, na Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente João Goulart, localizada na cidade de Arroio Grande - RS.

A implementação deste produto educacional foi dividida em três momentos, totalizando três aulas de 1h e 30 minutos. No primeiro momento, foi realizada uma roda de conversa para avaliar os conhecimentos espontâneos dos discentes. Após isso, foi conduzida uma aula expositiva dialogada, onde inicialmente foi apresentado para os discentes um vídeo sobre DNA² e RNA³, com a participação da professora Rafaela Lima. Após a exibição do vídeo, a professora/pesquisadora conduziu uma explanação sobre a temática e fez questionamentos relacionados ao conteúdo estudado.

No terceiro momento foi aplicado o jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA" para tentar auxiliar na aprendizagem dos alunos. Este jogo didático teve o objetivo de auxiliar os discentes, visto que eles têm dificuldade em compreender os conteúdos de ácidos nucleicos. Buscou, assim, atender à demanda por um método de estudo ativo e dinâmico, visando envolver os alunos e capacitá-los a dominar esse assunto, permitindo-lhes identificar e buscar soluções relacionadas ao tema.

O jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA" é uma forma de instigar os alunos no processo de ensino e de aprendizagem da temática de DNA e RNA, por meio de um desafio misterioso na trilha, que permite que os discentes respondam perguntas relacionadas ao tema.

Sendo assim, para a produção desse jogo didático, a professora/pesquisadora criou um tabuleiro (Figura 8) com a temática de DNA e RNA, usando um software de edição de imagens. Este tabuleiro tem 48 casas, além do ponto de partida e chegada na trilha.

² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XxpRohqKvek>>

³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=r8G3LEi0LX0>>

Figura 8. Tabuleiro do Jogo



Fonte: Autoria Própria

Além disso, com a ajuda do software de edição, foram criadas 36 cartas para complementar o jogo. A professora/pesquisadora desenvolveu o conteúdo presente nessas 36 cartas, que são divididas em:

- 04 cartas do tipo **Desafio** → este tipo de carta contém perguntas de nível mais avançado que devem ser respondidas pelo jogador (APÊNDICE B);
- 05 cartas do tipo **Você Sabia** → são cartas com informações sobre o DNA e RNA (APÊNDICE C);
- 09 cartas do tipo **Penalidades** → são cartas que apresentam uma penalidade deverá ser imputada ao jogador, tais como: voltar casas, ficar sem jogar, entre outros (APÊNDICE D);

- 06 cartas do tipo **Vantagens** → são cartas que possuem uma vantagem que deverá ser aproveitada pelo jogador, tal como: avançar casas à frente, tirar um jogador da roda, entre outros (APÊNDICE E);
- 12 cartas do tipo **Responder** → são cartas onde o jogador precisa responder uma pergunta sobre DNA e RNA (APÊNDICE F).

Além disso, ainda compõem o jogo didático 1 dado, 6 peões de cores diferentes para representar os alunos ou grupos de alunos (dependendo do tamanho da turma, em que eles se dividem em duplas ou trios) e 1 ampulheta ou cronômetro para marcar o tempo. Esses materiais serão reutilizados de outros jogos não mais utilizados. Dependendo do número de alunos em uma turma, as equipes podem ser formadas por um grupo de discentes ou cada aluno pode jogar individualmente.

O jogo segue as seguintes regras: as cartas são organizadas, embaralhadas e colocadas viradas para baixo e todos os peões organizados na casa INÍCIO. Antes do início do jogo, os jogadores ou representantes do grupo de jogadores lançam o dado. Aquele que obtiver o maior número começará o jogo, seguido pelo segundo maior número e assim por diante.

O participante ou representantes do grupo de jogadores que for o primeiro a iniciar deve jogar o dado novamente e avançar o número de casas correspondente ao número sorteado. Por exemplo, se tirar o número 5, o jogador irá avançar cinco casas. Ao chegar em uma casa, o jogador deve pegar uma carta do monte, que pode ser do tipo desafio, você sabia, penalidade, vantagem ou responder. Se a carta for do tipo:

- penalidade → terá uma punição que o jogador deve cumprir, tal como retroceder casas, ficar sem jogar, entre outras penalidades;
- vantagens → terá um benefício que o jogador deve aproveitar, tal como avançar casas, remover um jogador da jogada, entre outras vantagens;
- responder perguntas ou cartas de desafio → há uma pergunta que o jogador deve responder. Se o jogador:
 - acertar → ele pode seguir jogando.
 - errar → ele fica a próxima rodada sem jogar;
- você sabia: é uma carta neutra apenas para compartilhar informações com os jogadores, assim esses não sofrem punições e nem vantagens.

A cada rodada, os jogadores ou a equipe devem jogar o dado, avançar pelas casas de acordo com o número sorteado e pegar uma carta. O jogador ou equipe que chegar primeiro à casa FINAL vence o jogo.

Após os alunos participarem do jogo didático desenvolvido pela professora/pesquisadora, ocorreu outra roda de conversa com os discentes, pautada por perguntas norteadoras, com o objetivo avaliar o evolução conceitual que os alunos tinham em relação ao conteúdo abordado durante o jogo, bem como coletar suas opiniões e percepções sobre a aprendizagem por meio de jogos educacionais.

9. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar as percepções dos alunos do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental (E.M.E.F.) Presidente João Goulart em relação à avaliação da proposta educacional desenvolvida nesta dissertação, bem como do jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA".

A análise visou explorar a evolução conceitual dos conteúdos abordados bem como a eficácia do produto educacional no processo de ensino e de aprendizagem, destacando os impactos na compreensão dos conteúdos genéticos e a relevância da estratégia utilizada.

Assim como mencionado anteriormente, a implementação deste produto educacional foi realizada em três momentos, distribuídos ao longo de três aulas de 50 minutos de duração cada e aplicado em duas turmas de 9º ano: uma no turno da manhã (Turma 92) e outra no turno da tarde (Turma 91). Todos os alunos das duas turmas manifestaram interesse em participar da pesquisa, porém nem todos estavam presentes no momento da realização dos encontros.

A aplicação com a Turma 91 ocorreu nos dias 01/10 (primeiro momento), 02/10 (segundo momento) e 08/10 (terceiro momento), com a participação de 15, 14 e 10 alunos, respectivamente. Na Turma 92, as atividades foram realizadas nos dias 01/10 (primeiro momento), 02/10 (segundo momento) e 09/10 (terceiro momento), com a participação de 14 alunos em todos os encontros.

Observamos uma dinâmica semelhante em ambas as turmas, com envolvimento dos alunos nas atividades e no uso do jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA". Esse envolvimento possibilitou uma interação entre os alunos e forneceu uma avaliação da eficácia do produto educacional.

A seguir, são apresentados os relatos da aplicação do produto educacional tanto na Turma 91 quanto na Turma 92, com base nas observações realizadas pela professora/pesquisadora durante as aulas e após a revisão das gravações, bem como nas respostas dos alunos ao questionário disponível no APÊNDICE G.

9.1. Análise da Turma 91

Conforme previsto no planejamento, no primeiro momento, a professora/pesquisadora conduziu uma roda de conversa com o objetivo de avaliar os conhecimentos espontâneos dos alunos sobre conceitos de DNA e RNA (Figura 9). Durante essa etapa, foram feitas perguntas relacionadas a características hereditárias, tais como a cor da pele, dos olhos e os pelos dos animais, incentivando os discentes a refletirem sobre as variações genéticas observáveis no cotidiano. Essa abordagem inicial permitiu explorar de forma descontraída o que os alunos já sabiam sobre hereditariedade, criando uma base para o aprofundamento dos conceitos científicos de DNA e RNA nos momentos seguintes.

Figura 9. Alunos da Turma 91 na roda de conversa



Fonte: Autoria própria

Um dos alunos mencionou que se sentia mais à vontade para falar sobre as características genéticas de animais, pois tinha dificuldade em relacionar esse conhecimento à "*vida real*" (*palavras dele*), referindo-se aos seres humanos. Esse comentário revelou uma percepção comum entre os estudantes a de que, que muitas vezes, conseguem aplicar conceitos científicos ao mundo animal, mas têm mais dificuldade em associá-los às características humanas. A fala do aluno serviu como ponto de partida para a professora/pesquisadora, que aproveitou a oportunidade para esclarecer que os mesmos princípios genéticos que determinam as características dos

animais também se aplicam aos seres humanos, facilitando a transição entre o conhecimento sobre genética em diferentes contextos.

Ainda durante a roda de conversa, um dos alunos trouxe uma contribuição interessante ao explicar sobre raças de animais e o cruzamento entre espécies. Ele mencionou como determinadas características, tais como a cor dos pelos e o tamanho, são transmitidas de geração em geração, exemplificando com cruzamentos de diferentes raças de cães. Sua explicação destacou como o cruzamento seletivo pode resultar em combinações específicas de características desejadas, servindo como uma introdução para discutir os conceitos de hereditariedade e variação genética no contexto de DNA e RNA. A professora/pesquisadora aproveitou essa explicação para fazer uma ponte entre o que o aluno já sabia sobre a genética de animais e como esses mesmos processos ocorrem nos seres humanos.

Durante a discussão, alguns alunos também mencionaram acreditar que as características dos seres vivos foram criadas por Deus, o que abriu espaço para uma explicação sobre o Criacionismo. De forma respeitosa e pedagógica, a professora/pesquisadora abordou o Criacionismo como uma visão religiosa que acredita que a vida e o universo foram criados por uma entidade divina. Ela explicou que, embora essa perspectiva seja amplamente discutida em contextos religiosos e culturais, no campo científico trabalham-se explicações baseadas em evidências e teorias, tais como a Evolução e a Genética, que buscam compreender os mecanismos naturais responsáveis pela diversidade de características nos seres vivos. Essa explicação permitiu uma reflexão importante sobre diferentes formas de entender o mundo, sem desvalorizar as crenças dos alunos, mas reforçando a importância da Ciência para explicar certos fenômenos naturais.

Além disso, alguns alunos mencionaram termos como "hereditariedade" e "genética", demonstrando conhecimentos espontâneos sobre os processos de transmissão de características de uma geração para outra. Isso indicou que eles já estavam familiarizados com conceitos-chave relacionados ao conteúdo que seria aprofundado. A professora/pesquisadora aproveitou essas contribuições para explicar como a hereditariedade está diretamente ligada aos genes e à estrutura do DNA, que carrega as informações genéticas responsáveis pelas características dos organismos. Essas participações foram essenciais para integrar os conhecimentos dos alunos à

temática da aula e preparar o espaço para o estudo mais aprofundado dos processos genéticos.

Em outro momento da conversa, um aluno mencionou que o pai e a mãe transmitem material genético para os filhos, enquanto outro falou que esse material também pode ser passado do avô para o pai e até do bisavô, expressando sua percepção de maneira diferente. A professora/pesquisadora aproveitou para explicar que, apesar da forma distinta de expressar a ideia, ele estava essencialmente dizendo o mesmo que o colega: que a hereditariedade é o processo de transmissão de características ao longo das gerações. Ela esclareceu que as informações genéticas contidas no DNA são transmitidas de pais para filhos, incluindo as contribuições dos antepassados, como avós e bisavós, reforçando que todos eles influenciam a composição genética de uma pessoa. Essa fala destacou a importância de reconhecer diferentes formas de entender e comunicar conceitos científicos, mostrando que, muitas vezes, os alunos têm a mesma ideia, mas a expressam de maneiras diversas.

Ao mencionar o termo "genética", os alunos rapidamente associaram a conceitos como DNA, família, animais, RNA, ancestrais, pai, mãe e familiares antigos. Essas associações indicaram uma compreensão inicial de como a genética está relacionada à transmissão de características entre gerações, tanto em humanos quanto em animais. A professora/pesquisadora aproveitou essa conexão para explicar que a genética é o campo de estudo que examina como essas informações são passadas de pais para filhos por meio do DNA e RNA, reforçando a ligação entre os conceitos mencionados pelos alunos e as bases científicas da hereditariedade. Isso ajudou a consolidar a ideia de que os ancestrais e familiares antigos também contribuem para a composição genética de cada indivíduo, preparando o espaço para discussões sobre hereditariedade e evolução genética.

Durante a roda de conversa, os alunos também mencionaram que o DNA está relacionado às células e aos genes, e que pode ser encontrado no sangue e dentro das células, "no meio" delas (como um deles disse). Nesse momento, a professora/pesquisadora aproveitou para esclarecer que o DNA está localizado no núcleo das células, explicando que o núcleo funciona como o "centro de controle", onde o material genético, composto por genes, é armazenado. Essa explicação ajudou a esclarecer as dúvidas dos alunos e a refinar seu entendimento sobre a estrutura e

localização do DNA, conectando o que já sabiam com o conhecimento científico mais preciso

Por fim, ao mencionarem o RNA, alguns alunos apontaram que ele não está localizado no núcleo da célula, o que gerou uma oportunidade para a professora/pesquisadora esclarecer essa diferença. Ela explicou que, embora o DNA esteja no núcleo, o RNA pode ser encontrado tanto no núcleo quanto no citoplasma das células, desempenhando um papel crucial na síntese de proteínas. Aproveitando o momento, a professora/pesquisadora também esclareceu o significado das siglas: DNA que significa "Ácido Desoxirribonucleico", enquanto RNA é a abreviação de "Ácido Ribonucleico". Essa explicação pode ter ajudado a consolidar a compreensão dos alunos sobre as funções e localizações dessas moléculas, além de tentar reforçar o entendimento dos processos envolvidos na transmissão e expressão das informações genéticas.

Vigotski (1998) defende que a compreensão dos conceitos espontâneos deve guiar a criação de métodos para a instrução do conhecimento sistemático, já que ambos desempenham papéis complementares no processo de aprendizagem. Além disso, o autor enfatiza que "a aprendizagem não começa apenas na escola, mas tem início desde o nascimento da criança" (Vigotski, 1998, p. 110). Desde cedo, a criança desenvolve conceitos espontâneos, derivados de suas interações com o mundo social e de suas experiências cotidianas. "Esses conceitos são não-conscientes e não sistemáticos, formados a partir das vivências pessoais" (Vigotski, 1998, p. 135).

Dessa forma, os conceitos espontâneos emergem das experiências cotidianas e das interações sociais dos alunos, sendo fundamentais para o processo de ensino e de aprendizagem. Durante a roda de conversa, as falas dos alunos refletiram diretamente esses conceitos espontâneos, já que suas percepções sobre genética, hereditariedade, animais e família provinham de vivências informais e não estruturadas. Ao identificar essas falas, que revelam compreensões intuitivas, a professora/pesquisadora ajustou sua intervenção pedagógica para conectar esses conceitos espontâneos aos conteúdos científicos.

Há uma distinção fundamental entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos. Os conceitos científicos, adquiridos principalmente por meio da instrução formal no ambiente escolar, são organizados de maneira hierárquica e sistêmica. A compreensão desses conceitos envolve o professor, que auxilia o aluno a tomar

consciência das inter-relações conceituais mais complexas (Vigotski, 1998, p. 115). Assim, as falas dos alunos tornam-se a expressão viva desses conhecimentos espontâneos. Ao reconhecê-los e valorizá-los, a professora/pesquisadora promoveu um ambiente de aprendizagem mais integrado, em que o saber informal dos alunos foi utilizado como ponto de partida para o aprofundamento de conceitos científicos, como DNA, RNA e os processos genéticos.

No segundo momento, foi realizada uma aula expositiva dialogada (Figura 10), com o objetivo de aprofundar os conceitos científicos de DNA e RNA que haviam surgido nas falas dos alunos durante a roda de conversa. A aula teve início com a exibição de dois vídeos educativos sobre o tema, cuidadosamente selecionado para apresentar de forma visualmente atrativa os processos de replicação do DNA e a função do RNA na síntese de proteínas, temas que conectavam diretamente com as discussões espontâneas dos alunos, como suas percepções sobre hereditariedade e genética.

Figura 10. Alunos da Turma 91 na Aula Expositiva Dialogada



Fonte: Autoria própria

Após a exibição do vídeo, a professora/pesquisadora fez uma explanação mais aprofundada sobre o tema, retomando alguns pontos discutidos durante a roda de conversa. Ao revisitar as falas dos alunos, como as menções às características herdadas dos pais e avós, ela procurou conectar esses conhecimentos espontâneos aos conceitos científicos de genética. Por meio de uma abordagem dialógica, incentivou os alunos a refletir sobre o conteúdo do vídeo à luz de suas próprias experiências cotidianas, promovendo uma interação contínua entre o saber cotidiano e o científico.

Os questionamentos que se seguiram foram fundamentais para reforçar a compreensão dos alunos. A professora/pesquisadora conduziu a aula de forma a

estimular a participação ativa, promovendo perguntas que desafiavam os alunos a relacionar o que haviam aprendido no vídeo e na explanação com suas próprias vivências. Dessa forma, a aula não só consolidou os conceitos científicos, como também aprofundou a integração dos conhecimentos espontâneos dos alunos, ao mesmo tempo em que expandia sua compreensão sobre DNA, RNA e os processos genéticos.

Essa dinâmica permitiu que os alunos percebessem que suas percepções iniciais sobre hereditariedade e genética, embora intuitivas, estavam diretamente ligadas ao conhecimento científico que estavam adquirindo. O papel da professora/pesquisadora foi essencial para ajudar a transformar esses saberes em uma compreensão mais sistemática e consciente, alinhando-se à abordagem de Vigotski sobre o desenvolvimento conjunto de conceitos espontâneos e científicos.

De acordo com Marques e Rosa (2023, p. 4), “a teoria vigotskiana resgata o papel explícito do professor, tendo em vista sua presença indispensável nas interações sociais (parceiro mais capaz) que se desenvolvem nos processos de ensino e de aprendizagem, descaracterizando a Escola de Vigotski como construtivista, socioconstrutivista ou sociointeracionista. Segundo Gaspar (2014, apud Marques Rosa, 2023, p.4), “esse papel implica um notável aumento da responsabilidade pedagógica do professor, uma vez que o parceiro mais capaz de uma interação não é apenas resultado de sua competência técnica, mas também do reconhecimento do grupo social, que assim o considera”.

Segundo Marques e Rosa (2023, p. 20), “a teoria de Vigotski mostra a importância do papel do professor, cuja presença é indispensável nas interações sociais que ocorrem na sala de aula, implicando uma grande responsabilidade pedagógica”. Isso porque o professor é um dos parceiros mais capazes, principalmente em relação ao conteúdo de sua disciplina (Gaspar, 2014, apud Marques; Rosa, 2023, p.20). Dessa forma, seu papel é proporcionar aos estudantes o acesso ao acervo cultural produzido historicamente, além de lhes ensinar a fazer uso dele.

No terceiro momento, os alunos foram convidados a participar de uma atividade prática utilizando o jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA", desenvolvido para consolidar os conceitos abordados anteriormente sobre genética. A professora/pesquisadora iniciou a atividade com uma breve apresentação das regras, explicando seu funcionamento e o objetivo principal: reforçar o entendimento dos processos de hereditariedade, replicação do DNA e síntese de RNA de maneira interativa.

A turma foi dividida em dois grupos (Figura 11), sendo um com cinco alunos e outro com seis, já que a professora preparou dois kits do jogo. Embora a divisão fosse em grupos, cada aluno jogava individualmente, seguindo as regras estabelecidas. No entanto, os alunos podiam colaborar entre si quando necessário. Nesse contexto, o apoio dos colegas facilitou a resolução dos desafios e o entendimento dos conceitos complexos de DNA e RNA, dentro de sua Zona de Desenvolvimento Iminente.

Figura 11. Alunos da Turma 91 jogando a "Trilha Genética do DNA e RNA"



Durante o jogo (Figura 12), à medida que avançavam no tabuleiro, os alunos respondiam a perguntas relacionadas ao conteúdo trabalhado, conectando o que haviam aprendido nas aulas anteriores com as tarefas e desafios do jogo. A participação ativa e competitiva dos alunos aumentou o envolvimento e o que pode ter facilitado a internalização dos conceitos científicos e que pode ter reforçado os conhecimentos discutidos nas aulas expositivas e na roda de conversa.

Figura 12. Alunos jogando no Tabuleiro da "Trilha Genética do DNA e RNA"



Fonte: Autoria Própria

O jogo "Trilha Genética do DNA e RNA" funcionou como um signo, conforme a visão de Vigotski, que enfatiza a importância dos artefatos culturais no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento científico. Essa abordagem pode ter auxiliado no aprendizado de conceitos abstratos, além de reforçar a importância do jogo como ferramenta pedagógica. O jogo serviu como um meio de transpor o conteúdo teórico para uma atividade prática, promovendo a integração entre os conhecimentos espontâneos dos alunos e os conceitos científicos desenvolvidos ao longo das aulas.

De acordo com Marques e Rosa (2023, p. 19),

é por meio da mediação dos instrumentos (físicos e psicológicos), principalmente pela linguagem (fala), que os indivíduos interiorizam esses elementos culturalmente estruturados. Dessa forma, fica evidente que o estudante, no contexto escolar, apropria-se da atividade intelectual produzida pela humanidade no decorrer dos séculos.

Nessa perspectiva, a aprendizagem é o propulsor do desenvolvimento, e assim podemos entender a importância da instrução e do trabalho docente, que permitem aos estudantes apropriarem-se dos instrumentos culturais (signos) produzidos pela humanidade historicamente, caracterizando o processo de humanização e de desenvolvimento. O desenvolvimento individual consiste, em boa parte, no acesso progressivo a esses signos e sistemas de signos, ou, em outras palavras, na aprendizagem progressiva dos signos e sua utilização. Quanto mais instrumentos culturais se aprende, mais se amplia a gama de atividades que o sujeito pode aprender.

Ainda Marques e Rosa (2023, p. 19), de acordo com Vigotski, explicam que as funções psicológicas superiores (FPS) têm origem social e se desenvolvem por meio da apropriação de ferramentas materiais e psicológicas, como os signos, que são essenciais no contexto escolar. Esse processo torna o ato de ensinar mais desafiador, indo além da simples organização de estratégias pedagógicas.

Com base nas observações realizadas pela professora/pesquisadora ao longo de todas as etapas, bem como nos dados coletados por meio de um questionário aplicado aos alunos, foi conduzida uma análise das percepções dos estudantes em relação às atividades desenvolvidas. A análise considerou o impacto das atividades práticas, como o jogo, além da eficácia das aulas expositivas e interativas.

A professora/pesquisadora observou que grande parte dos alunos demonstrou entusiasmo ao participar do jogo "Trilha Genética do DNA e RNA". Quando questionados sobre o motivo do jogo ter sido tão envolvente, os alunos o descreveram como "*divertido*", "*engraçado*", "*legal*", "*competitivo*", "*interessante*", "*informativo*" e, para alguns, um "*pouco difícil*". Essas percepções sugerem que a atividade despertou não apenas o interesse, mas também ofereceu um desafio positivo, promovendo um ambiente de competição saudável que facilitou o aprendizado.

Quando questionados sobre o que poderia ser melhorado no jogo, a maioria dos alunos afirmou que não havia necessidade de ajustes, descrevendo a atividade como "*tudo ótimo*". No entanto, um aluno sugeriu que o jogo pudesse durar mais tempo, mencionando a necessidade de mais espaço para a atividade. Outro aluno recomendou a inclusão de perguntas diferentes e em maior quantidade, com o objetivo de tornar a experiência mais desafiadora. Essas sugestões indicam que, embora o jogo tenha sido aprovado por grande parte dos alunos, há oportunidades de ajustes que poderiam aprimorar ainda mais a dinâmica, especialmente em termos de ampliação do conteúdo e da duração. Ao incorporar mais perguntas e estender o tempo de execução, o jogo pode continuar a proporcionar uma experiência rica em aprendizado.

Segundo Vigotski (2001), o aprendizado mais eficaz ocorre quando os alunos são desafiados além de suas capacidades imediatas, mas com suporte adequado, seja por meio de colegas ou do professor. O fato de os alunos pedirem mais desafios e perguntas demonstra que o jogo estava justamente dentro da ZDI, oferecendo um equilíbrio entre o que eles já sabem e o que precisam aprender com algum nível de assistência.

A professora/pesquisadora pediu aos alunos que avaliassem o nível de dificuldade das perguntas e desafios presentes no jogo. A maioria classificou a dificuldade como média, enquanto um aluno considerou as perguntas fáceis e outros dois as avaliaram como difíceis. Esses resultados indicam que o jogo conseguiu atingir um equilíbrio satisfatório em termos de dificuldade, sendo desafiador o suficiente para promover o envolvimento, mas sem ser excessivamente complexo a ponto de desmotivar a maioria dos alunos. No entanto, a variação nas percepções individuais sugere que seria interessante considerar a inclusão de um mecanismo de ajuste de dificuldade ou a diversificação das perguntas, para melhor atender às diferentes habilidades e níveis de conhecimento dos alunos.

Ao ajustar a dificuldade do jogo, seria possível atender de maneira mais precisa cada aluno dentro de sua ZDI, permitindo que todos experimentassem um equilíbrio entre desafio e suporte, podendo promover um aprendizado eficaz. Isso também reforçaria o papel da interação social como ferramenta mediadora no desenvolvimento cognitivo dos alunos, como enfatizado por Vigotski (2001).

Ao serem questionados se o jogo "*Trilha Genética do DNA e RNA*" contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo de DNA e RNA, a maioria dos alunos respondeu positivamente, afirmando que o jogo os ajudou a entender melhor os conceitos de forma divertida. Isso foi percebido, por exemplo, durante o jogo, quando um aluno errava uma resposta e os colegas frequentemente intervinham para explicar e ajudar a compreender o erro, fomentando um aprendizado colaborativo e reforçando os conceitos de maneira significativa. Esse tipo de interação ilustra bem como a Zona de Desenvolvimento Iminente, proposta por Vigotski, pode ser explorada no ambiente educacional.

Apenas um aluno mencionou que o jogo contribuiu "em parte" para sua compreensão. Esses resultados ressaltam o valor do jogo didático como um signo mediador, conforme a perspectiva de Vigotski (2001). O jogo, ao atuar como um mediador entre o conhecimento teórico e a prática, possibilitou que grande parte dos alunos internalizassem os conceitos espontâneos de maneira mais interativa e acessível.

Quando questionados sobre o aspecto mais interessante ou desafiador do jogo, a maioria dos alunos destacou "*aprender sobre DNA e RNA de forma mais interativa*", "*resolver os desafios e questões do jogo*", "*aprender novos fatos interessantes sobre genética*" e "*a sensação de conquistar cada etapa do jogo*". Além disso, alguns alunos também marcaram opções como "*competir com os colegas para avançar no tabuleiro*", "*as cartas de desafio empolgantes*", "*a oportunidade de tomar decisões estratégicas durante o jogo*" e "*trabalhar em equipe quando jogaram em grupo*". Esses resultados mostram que o jogo foi valorizado tanto por seu conteúdo educativo quanto por seu desenvolvimento, proporcionando uma experiência que mesclou aprendizado interativo com desafios estratégicos. A combinação de competição saudável, exploração de novos conhecimentos e o estímulo à colaboração fez com que o jogo fosse atraente para alunos com diferentes estilos de aprendizagem e interesses.

Quando questionados se o jogo incentivou a colaboração e interação com os colegas, a maioria dos alunos respondeu afirmativamente, destacando uma interação significativa. Eles mencionaram que, quando alguém errava, outros alunos explicavam até que a resposta fosse compreendida, reforçando um ambiente de apoio mútuo e cooperação. Comentários como "*bom interagir com os amiguinhos*", "*ajudar o outro*" e "*sim, e muito*" indicam que o jogo pode ter proporcionado momentos de aprendizado colaborativo.

Durante a interação no jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", o papel de parceiro mais capaz, foi desempenhado por alunos que ajudavam seus colegas a compreender as respostas corretas quando cometiam erros. Além disso, em alguns momentos a professora/pesquisadora também interagiu com os grupos para explicar alguns conceitos ou relembrar sobre assuntos já abordados. Esse tipo de colaboração ativa evidencia a atuação dos parceiros mais capazes, que ajudam os outros a superar desafios e ampliar sua compreensão dos conceitos de DNA e RNA.

Além disso, alguns alunos destacaram que o jogo foi "*bem competitivo*" e "*teve momentos divertidos*", sugerindo que a competição saudável também desempenhou um papel importante na promoção da interação social. No entanto, surgiram algumas respostas divergentes. Um aluno mencionou que "*não achei*" que o jogo incentivou a interação, enquanto outro comentou que a competição "*nos deixou mais desconfiados e espertos*", sugerindo que, para alguns, o elemento competitivo influenciou a colaboração de forma distinta.

Essas respostas indicam que, embora a maioria dos alunos tenha percebido que o jogo incentivou a colaboração, a dinâmica competitiva impactou as interações de maneiras diferentes, dependendo do perfil de cada aluno. Alguns encontraram na competição uma motivação para colaborar e aprender com os colegas, enquanto outros perceberam a competição como algo que promoveu uma atitude mais estratégica e individualista. Esse contraste reflete que as experiências sociais são internalizadas de maneira única para cada indivíduo, e a interação com o "outro" – seja colaborativa ou competitiva – é um ponto importante para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Os alunos relataram que as aulas se tornaram mais envolventes com a aplicação do jogo "Trilha Genética do DNA e RNA". A maioria destacou que o jogo tornou as aulas mais divertidas e interativas, com um aluno afirmando que a experiência foi "*mais divertida*" em comparação com as aulas "*normais*" (*palavras dele*). Além disso, vários alunos apontaram que o jogo deixou as aulas mais dinâmicas, podendo ter facilitado a compreensão de conteúdos complexos, como DNA e RNA, podendo ter tornado a aprendizagem mais acessível e interessante.

Nas justificativas, os alunos explicaram que o jogo ajudou a quebrar a monotonia, promovendo maior participação e atenção durante as atividades. Um aluno mencionou que o formato do jogo permitiu que ele entendesse o conteúdo de forma mais clara e destacou a sensação motivadora de "*conquistar cada etapa*" do jogo. Esses relatos evidenciam o impacto positivo da aprendizagem por jogos, que não apenas envolvem os alunos, mas também promovem uma compreensão mais profunda dos conteúdos, criando um ambiente de aprendizado que combina desafio, diversão e aplicação prática. Ao aplicar essas abordagens, a professora/pesquisadora conseguiu transformar o conteúdo de genética, que pode ser abstrato e difícil, em uma experiência de aprendizagem mais vivencial, conforme preconiza Vigotski (2001), ao valorizar a interação social e o uso de ferramentas culturais no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Quando os alunos foram questionados sobre como foi sua aprendizagem antes e após jogar o "Trilha Genética do DNA e RNA", as respostas revelaram uma mudança positiva na maneira como os conteúdos sofreram uma evolução conceitual. Um aluno mencionou que, antes de jogar, "*nada entrava na minha cabeça*", mas que, após a experiência com o jogo, sempre que o tema DNA e RNA for abordado, ele imediatamente

lembrará do jogo, demonstrando o impacto positivo dessa metodologia na associação do conteúdo. Outro aluno relatou que o jogo facilitou a aprendizagem de conceitos específicos, tais como as bases nitrogenadas, destacando que, antes de jogar, achava o conteúdo *"um pouco difícil"*, mas, após a atividade, ele se tornou *"fácil"*. A surpresa positiva com a dinâmica do jogo também foi evidente em um comentário: *"não imaginava que ia ser tão legal, prometeu nada, entregou tudo"*, reforçando que o jogo superou expectativas e tornou o processo de aprendizagem mais envolvente.

Outros alunos destacaram a importância da prática interativa no processo de aprendizagem, com um deles afirmando: *"antes de jogar, eu achava tudo muito teórico, depois do jogo, consegui ver como tudo se aplica de maneira prática"*. Outro acrescentou: *"o jogo ajudou a organizar melhor minhas ideias, antes eu ficava confuso com os detalhes de DNA e RNA, mas agora sei como as coisas se conectam"*. Essas respostas mostram que a experiência diferente proporcionada pelo jogo não só aumentou o envolvimento, mas também facilitou a compreensão dos conceitos de genética, permitindo que os alunos passassem de uma compreensão superficial para um entendimento mais prático e aplicado dos temas. Ao colaborar com colegas e enfrentar desafios, os alunos internalizaram conceitos de genética e, ao mesmo tempo, aprimoravam suas capacidades cognitivas. O processo de resolver problemas e tomar decisões durante o jogo também contribuiu para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Quando questionados se gostariam que mais disciplinas realizassem atividades com jogos, a maioria dos alunos respondeu positivamente, escolhendo a opção *"Sim"*. Isso reflete o entusiasmo gerado pela experiência com o jogo, que transformou a dinâmica das aulas, tornando o aprendizado mais interativo e divertido. Um aluno destacou que acharia *"ótimo"* se outras matérias também adotassem essa abordagem. A preferência expressa pelos alunos demonstra que o uso de jogos didáticos não só aumenta o envolvimento, mas também oferece uma nova maneira de aprender, tornando os conteúdos complexos mais acessíveis.

Quando perguntados sobre o significado do jogo, as respostas revelaram diferentes perspectivas sobre o impacto da atividade. Muitos alunos destacaram que o jogo os ensinou a aprender com os erros, enfatizando a importância do processo de tentativa e erro no aprendizado. Outros mencionaram que o jogo proporcionou a

oportunidade de aprender com os colegas, ressaltando o valor da colaboração e da troca de conhecimento durante a dinâmica.

Além disso, alguns alunos destacaram que o jogo teve um papel fundamental para "*aprender melhor*" (palavras deles), facilitando a compreensão dos conceitos de genética de forma mais acessível. Para outros, o significado do jogo estava em "*aprender mais*", indicando que a atividade pode ter ampliado seus conhecimentos sobre DNA e RNA de maneira divertida. Um aluno mencionou que o jogo deixou um "*significado bom*" sobre genética, demonstrando que a atividade pode ter contribuído para evolução conceitual dos conceitos de genética de forma positiva. A competição também foi apontada como um aspecto importante, motivando os alunos a se empenharem mais na atividade.

Outras respostas incluíram alunos dizendo que o jogo os ajudou a se sentirem mais confiantes no entendimento de temas complexos ou que o aprendizado interativo foi uma maneira inovadora de compreender o conteúdo. Alguns destacaram que a experiência foi motivadora e que o jogo fez com que o aprendizado fosse mais prazeroso, ajudando-os a ver o estudo de genética com "*outros olhos*" (palavras dele). Essas respostas mostram que o jogo promoveu o aprendizado colaborativo, permitindo que os alunos interagissem e aprendessem uns com os outros.

Quando questionados se o jogo ajudou a reforçar conceitos específicos sobre DNA e RNA, a maioria dos alunos respondeu afirmativamente. Eles afirmaram que o jogo foi útil para entender conceitos-chave, como a estrutura do DNA, o papel das bases nitrogenadas e a função do RNA na síntese de proteínas. Um aluno destacou que o jogo ajudou especialmente a entender "*como o DNA se replica e como o RNA atua nesse processo*", algo que antes parecia confuso nas aulas teóricas.

Outro aluno mencionou que o jogo facilitou a compreensão das "*diferenças entre DNA e RNA*", algo que ele tinha dificuldade em entender antes da atividade. Houve também quem destacasse que o jogo foi fundamental para "*aprender a função das bases nitrogenadas*", o que ficou mais claro ao responder às perguntas durante a atividade. Entretanto, um aluno respondeu que o jogo ajudou "*mais ou menos*", sugerindo que, para ele, o reforço dos conceitos poderia ter sido mais aprofundado.

Outros alunos mencionaram que o jogo ajudou a entender melhor "*como a informação genética é transmitida*". Através da interação com o jogo, os alunos puderam trabalhar dentro de sua ZDI, onde a atividade e os desafios propostos mediaram o aprendizado de conceitos mais complexos, como a replicação do DNA e o papel do RNA.

Além disso, o jogo permitiu que os alunos conectassem seus conceitos espontâneos com os conceitos científicos trabalhados nas aulas, facilitando a internalização de conteúdos complexos, como a estrutura do DNA e a função do RNA.

Quando questionados sobre a importância do jogo didático para sua trajetória escolar, as respostas variaram, mas a maioria destacou o impacto positivo da experiência. Muitos alunos afirmaram que o jogo os ajudou a aprender melhor e a "*saber mais sobre DNA e RNA*", ressaltando a importância de consolidar o conteúdo de forma interativa. Um aluno mencionou que o jogo foi "*bastante importante*" porque permitiu aprender o conteúdo de maneira diferente, saindo da rotina das aulas.

Outros estudantes apontaram que o jogo foi uma experiência valiosa, proporcionando "*mais experiência*" na prática de conceitos científicos. Um deles comentou que o jogo teve "*ótima importância*", pois foi uma forma inovadora de aprender o conteúdo, enquanto outro mencionou que o jogo ajudou a aprender "*de forma mais divertida e menos estressante*". No entanto, um aluno respondeu que o jogo não teve "*muita*" importância, talvez sugerindo que seu impacto foi mais limitado para alguns. Essas respostas indicam que o jogo pode ter facilitado a consolidação dos conceitos de DNA e RNA, integrando os conceitos científicos no processo de aprendizagem de maneira mais acessível e prática.

Ao avaliar o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", os alunos escreveram frases que refletem suas experiências positivas com a atividade. Alguns descreveram o jogo como "*Engraçado e divertido*" e "*Muito bom*", destacando o lado agradável da experiência. Outros mencionaram que o jogo foi "*totalmente divertido, com muita ideia boa*", reforçando o aspecto criativo e envolvente da atividade. Vários alunos elogiaram o impacto do jogo no processo de aprendizagem, com frases como "*O jogo é ótimo e divertido*" e "*Muito bom, uma aula diferente, que faz com que a gente foque mais na aula*", indicando que o jogo ajudou a manter o foco e o interesse dos estudantes. Também foram feitas observações como "*Incrível e interativo*" e "*Competitivo*", sugerindo que o jogo conseguiu equilibrar bem interatividade e competição.

Outros alunos afirmaram que o jogo foi "*Muito bom, simples e ajuda na aprendizagem*", destacando sua possível eficácia em facilitar o entendimento de conceitos complexos de forma simples. Por fim, alguns optaram por avaliações diretas e concisas, como "*Ótimo*", reafirmando a recepção positiva da atividade. Essas avaliações podem ter refletido o impacto positivo do jogo em tornar a aula mais dinâmica e

envolvente, enquanto pode ser um facilitador da aprendizagem de conteúdos importantes de maneira interativa e agradável.

Com base nos relatos dos alunos e nas observações da professora/pesquisadora, o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA" teve um impacto positivo na aprendizagem dos discentes. Foi possível observar não apenas o entusiasmo e o envolvimento dos alunos durante a atividade, mas também a consolidação de conceitos importantes trabalhados de forma interativa. A aprendizagem após a participação no jogo foi evidente, já que muitos alunos relataram ter compreendido melhor tópicos complexos, como a replicação do DNA, o papel do RNA e as bases nitrogenadas.

Além disso, o jogo não só reforçou conceitos científicos, como também incentivou a colaboração e a competição saudável entre os alunos, proporcionando um ambiente de aprendizado dinâmico. Muitos mencionaram que a atividade foi divertida, ajudando-os a manter o foco e o interesse pelo conteúdo, algo que nem sempre ocorre em aulas.

A experiência também revelou à professora/pesquisadora o potencial da aprendizagem mediada por jogos no processo de ensino e de aprendizagem. Ao observar a participação ativa dos alunos, a professora/pesquisadora pôde concluir que o jogo não apenas facilitou a assimilação do conhecimento, mas também motivou os alunos a se envolverem mais nas atividades. Essa constatação reforça a importância de incluir atividades diferenciadas no currículo, pois elas tornam o aprendizado mais acessível e agradável para os alunos.

No dia da aplicação do jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", alguns alunos estavam ausentes. Quando retornaram à escola, os colegas que participaram da atividade compartilharam com grande entusiasmo os detalhes do que havia ocorrido, descrevendo o jogo de forma tão envolvente que despertou o interesse daqueles que haviam faltado. Na turma 9.1, da tarde, algumas alunas que não puderam participar no dia original expressaram o desejo de jogar e, a pedido delas, tiveram a oportunidade de participar da atividade no dia seguinte.

Portanto, com base nessas observações, a professora/pesquisadora considera que a aplicação do jogo didático foi uma ferramenta que pode ser importante para promover a aprendizagem ativa e consolidar os conceitos de genética de maneira mais clara e impactante. A experiência de ensino foi enriquecida, bem como o desempenho dos alunos, tanto em termos de compreensão quanto de envolvimento.

9.2. Análise da Turma 92

Assim como na turma anterior, o primeiro momento foi dedicado a uma roda de conversa conduzida pela professora/pesquisadora (Figura 13) com o objetivo de avaliar os conhecimentos espontâneos dos alunos sobre os conceitos de DNA e RNA. Durante essa etapa, foram feitas perguntas relacionadas a essa temática. Os alunos compartilharam suas percepções e ideias iniciais sobre genética, trazendo uma diversidade de exemplos e associações, muitos deles provenientes de suas experiências cotidianas, caracterizando o que Vigotski (2001) define como conceitos espontâneos.

Inicialmente, os alunos dessa turma mencionaram termos como DNA, RNA, mutação e transformação, associando-os a temas populares, como dinossauros e primatas, refletindo a influência de referências culturais e mídias que abordam esses assuntos. Ao observar essas associações, a professora/pesquisadora destacou a importância de reconhecer que, embora a mídia e a cultura popular muitas vezes simplifiquem ou dramatizem certos aspectos científicos, esses conhecimentos espontâneos servem como um ponto de partida importante para o aprofundamento dos conceitos científicos.

Figura 13. Alunos da Turma 92 na roda de conversa



Fonte: Autoria Própria

Aproveitando o interesse dos alunos, a professora/pesquisadora explicou que o DNA está presente em todos os seres vivos, desde os organismos mais simples até os seres humanos, e que o estudo da genética permite entender a evolução das espécies, incluindo as extintas, como os dinossauros. Também foi abordado o conceito de

mutação, com a explicação de que mutações são mudanças no DNA que podem ocorrer de maneira natural ou induzida, e que essas alterações são fundamentais para o processo evolutivo, ajudando a entender como espécies como dinossauros e primatas se adaptaram ao longo do tempo.

Durante a roda de conversa, um dos alunos comentou que o DNA "*fica no sangue, dentro das veias*", refletindo uma compreensão espontânea, mas imprecisa, do conceito. Embora essa ideia não esteja completamente errada — já que o DNA pode ser extraído de células presentes no sangue —, a professora/pesquisadora aproveitou a oportunidade para corrigir e aprofundar a explicação. Ela esclareceu que, na realidade, o DNA está presente em todas as células do corpo, sendo encontrado principalmente no núcleo celular, uma estrutura localizada dentro da célula. A professora/pesquisadora explicou que o sangue contém células chamadas glóbulos brancos, que possuem núcleo e, portanto, DNA. No entanto, nem todas as células do sangue contêm DNA, como é o caso dos glóbulos vermelhos, que não possuem núcleo. Esse esclarecimento foi fundamental para corrigir a percepção dos alunos e proporcionar uma compreensão mais precisa sobre o material genético e sua distribuição no corpo.

Outro aluno acrescentou que o DNA "*fica na bolinha no meio*" das células, demonstrando um entendimento inicial sobre a localização do material genético, ainda que de forma simplificada. Logo após, outro aluno corrigiu, afirmando corretamente que o DNA se localiza "*dentro do núcleo*", demonstrando um conhecimento mais preciso e alinhado com os conceitos científicos. A professora/pesquisadora aproveitou a colocação do primeiro aluno para explicar que essa "*bolinha*" mencionada é, de fato, o núcleo da célula, que abriga o DNA. Ela ainda acrescentou que o núcleo é uma estrutura importante porque é onde o material genético está armazenado e protegido, controlando tanto as atividades celulares quanto a transmissão das características genéticas de um organismo. Esse momento foi valioso, pois proporcionou aos alunos a oportunidade de aprimorar o que já sabiam, conectando seus conhecimentos espontâneos ao conhecimento científico de maneira mais estruturada.

Um aluno trouxe à conversa a ideia de que a genética "*vem dos pais*", indicando uma compreensão básica do conceito de hereditariedade. Ele percebeu que as características físicas e biológicas são transmitidas de uma geração para outra, refletindo um entendimento intuitivo sobre a transmissão genética. A professora/pesquisadora aproveitou esse momento para explicar que o DNA carrega as informações hereditárias

que determinam muitas das características que herdamos de nossos pais, como a cor dos olhos, o tipo de cabelo e até a predisposição a certas doenças.

Outro aluno ampliou a discussão, mencionando que a genética "*vem do primitismo*", sugerindo uma associação com a ancestralidade e a evolução. Esse comentário revela uma tentativa de conectar a genética ao longo processo evolutivo das espécies, o que representa um passo importante na construção do conhecimento sobre a origem da diversidade biológica. A professora/pesquisadora então explicou que a evolução está diretamente relacionada à transmissão de características ao longo de várias gerações e que, ao estudar o DNA, os cientistas podem rastrear essas mudanças ao longo do tempo, revelando a ancestralidade comum entre espécies e a trajetória evolutiva dos seres vivos.

Essas falas refletem o processo descrito por Vigotski (2001), no qual os conceitos espontâneos dos alunos emergem de suas vivências e interações sociais, formando a base para a construção de conceitos espontâneos mais sistemáticos, como os conceitos de DNA, de RNA e de hereditariedade. A partir dessa avaliação inicial, a professora/pesquisadora pôde identificar os pontos de partida para aprofundar o estudo desses conceitos, conectando o conhecimento pré-existente dos alunos às informações científicas mais complexas que seriam exploradas nos próximos momentos.

Assim como na turma anterior, o segundo momento contou com uma aula expositiva dialogada, cujo objetivo era aprofundar os conceitos espontâneos relacionados ao DNA e RNA, que haviam emergido das falas dos alunos durante a roda de conversa inicial. A aula (Figura 14) começou com a exibição de dois vídeos educativos, estrategicamente escolhidos para apresentar, de maneira visual, os processos de replicação do DNA, bem como a função do RNA na síntese de proteínas, conectando diretamente com as percepções dos alunos sobre hereditariedade e genética, temas mencionados espontaneamente.

Figura 14. Alunos da Turma 92 na Aula Expositiva Dialogada



Fonte: Autoria Própria

Após os vídeos, a professora/pesquisadora aprofundou as discussões, revisitando as ideias expressas pelos alunos na roda de conversa anterior, como as menções às características herdadas dos pais e à ancestralidade. Ela explicou como esses conhecimentos espontâneos, ligados à vivência cotidiana dos alunos, podiam ser compreendidos cientificamente por meio dos conceitos de genética e hereditariedade. Utilizando uma abordagem dialógica, os alunos foram incentivados a refletir sobre o conteúdo dos vídeos à luz de suas próprias experiências e conhecimento espontâneo, promovendo a integração entre o saber informal e o científico.

Essa dinâmica permitiu que os alunos percebessem que suas ideias sobre hereditariedade e genética, embora superficiais, estavam relacionadas aos conceitos mais profundos discutidos em sala. A professora/pesquisadora desempenhou um papel essencial ao auxiliar no avanço da compreensão dos conceitos espontâneos, promovendo a busca pela internalização dos conhecimentos espontâneos.

No terceiro momento, os alunos da Turma 92 foram convidados a participar de uma atividade prática utilizando o jogo didático "Trilha Genética do DNA e RNA", desenvolvido para consolidar os conceitos de genética abordados anteriormente. Assim como na turma anterior, a professora/pesquisadora iniciou a atividade com uma breve explicação das regras, apresentando seu funcionamento e o objetivo principal: reforçar o entendimento dos processos de hereditariedade, replicação do DNA e síntese de RNA de maneira interativa.

A turma foi dividida em três grupos (Figura 15), dois com cinco alunos e um com quatro, uma vez que a professora preparou três kits do jogo. Embora a divisão fosse em grupos, cada aluno jogava individualmente, seguindo as regras estabelecidas. No entanto, os alunos podiam colaborar entre si quando necessário, dentro de sua Zona de Desenvolvimento Iminente. Nesse contexto, o apoio dos colegas facilitou a resolução dos desafios e o entendimento dos conceitos complexos de DNA e RNA quando os colegas não acertavam a pergunta.

Figura 15. Alunos da Turma 92 jogando a "Trilha Genética do DNA e RNA"



Fonte: Autoria Própria

Durante o jogo (Figura 16), os alunos passaram por diferentes etapas do jogo e à medida que avançavam no tabuleiro, respondiam a perguntas relacionadas ao conteúdo trabalhado, conectando o que haviam aprendido nas aulas anteriores com os desafios do jogo. A participação ativa e competitiva dos alunos aumentou o envolvimento e pode ter facilitado a internalização dos conceitos científicos, reforçando os conhecimentos discutidos nas aulas expositivas e na roda de conversa.

A partir das observações feitas pela professora/pesquisadora em todas as fases do processo, juntamente com os dados obtidos por meio de um questionário aplicado aos alunos, foi realizada uma análise detalhada das percepções dos estudantes em relação às atividades desenvolvidas. Essa análise considerou o impacto das atividades práticas, como o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", e avaliou também o impacto das aulas expositivas no processo de aprendizagem. O objetivo foi identificar como essas abordagens influenciaram a evolução dos conceitos aprendidos.

Figura 16. Alunos da Turma 92 jogando no Tabuleiro da "Trilha Genética do DNA e RNA"



Fonte: Autoria Própria

Ao serem questionados se gostaram de jogar o "Jogo Trilha Genética do DNA e RNA", todos os alunos responderam afirmativamente. Nas justificativas, relataram que a

experiência foi "*divertida e engraçada*", "*muito boa*", e descreveram o jogo como "*interessante*". Alguns alunos também destacaram que foi "*bom participar com os amigos*". Essas respostas indicam que o jogo não só proporcionou um momento agradável, mas também foi eficaz em envolver os alunos de maneira interativa. Nesse contexto, o jogo funcionou como um signo, permitindo que os alunos colaborassem e aplicassem conhecimentos adquiridos de forma prática, facilitando a internalização dos conceitos científicos.

Quando questionados sobre o que poderia ser melhorado no jogo, a maioria dos alunos respondeu que não havia necessidade de mudanças, relatando que o jogo estava ótimo como estava. No entanto, alguns sugeriram ajustes, como adicionar mais cartas, introduzir punições ao avançar nas casas do tabuleiro, além de propor a troca de cartas que indicam erro e a criação de respostas separadas para as perguntas. Essas sugestões demonstram o envolvimento ativo dos alunos com a dinâmica do jogo, que reflete a mediação ativa, em que os aprendizes não apenas interagem com o material, mas também avaliam e propõem melhorias para otimizar sua experiência de aprendizado.

Quando questionados sobre o nível de dificuldade do jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", todos os alunos o classificaram como de dificuldade média. Essa percepção indica que o jogo encontrou um equilíbrio adequado, sendo desafiador o suficiente para manter o interesse dos alunos, mas sem ser tão difícil a ponto de desmotivá-los. Ao serem questionados se o "Jogo Trilha Genética do DNA e RNA" contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo de DNA e RNA, a maioria dos alunos respondeu "*sim*", sugerindo que o jogo teve um impacto positivo no entendimento dos conceitos científicos. No entanto, dois alunos responderam "*em parte*", indicando que o jogo ajudou em alguns aspectos, mas ainda havia áreas que poderiam ser mais bem esclarecidas. Outros dois alunos escolheram "*não sei*", demonstrando incerteza sobre o quanto o jogo influenciou seu aprendizado.

Segundo a Teoria Histórico-Cultural de Vigotski, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando há uma interação entre o conhecimento espontâneo e os novos conceitos apresentados, mediada por um signo, como o jogo, que permitiu aos alunos relacionarem suas noções cotidianas (espontâneas) sobre genética com os conceitos científicos apresentados de forma diferenciada.

Ao serem questionados sobre o aspecto mais interessante ou desafiador do jogo, a maioria dos alunos destacou opções como “*aprender sobre o DNA e RNA de uma maneira mais interativa*”, “*competir com meus colegas para avançar no tabuleiro*” e “*a sensação de conquistar cada etapa do jogo*”. Isso demonstra que o elemento de aprendizagem interativa, aliado à competitividade saudável e ao sentimento de progressão, foram fatores centrais para o envolvimento dos alunos durante a atividade.

Outros alunos marcaram opções como “*resolver os desafios e questões do jogo*”, “*as cartas de desafio, que eram empolgantes*”, “*a oportunidade de tomar decisões estratégicas durante o jogo*”, “*aprender novos fatos interessantes sobre genética*” e “*trabalhar em equipe quando joguei em grupo*”. Essas respostas indicam que diferentes aspectos do jogo foram valorizados, destacando a variedade de experiências proporcionada pela atividade, desde a resolução de questões desafiadoras até a aprendizagem de novos conceitos de forma divertida. O jogo, ao promover o desenvolvimento de funções psicológicas superiores, como o pensamento crítico, a memória e a atenção e ao fortalecer a aprendizagem colaborativa por meio do trabalho em equipe, atuou como um signo, envolvendo os alunos em desafios e na tomada de decisões estratégicas.

Quando questionados se o jogo incentivou a colaboração e interação entre os colegas, a grande maioria dos alunos respondeu de forma positiva. Eles mencionaram que o jogo estimulou a interação, destacando que as perguntas e desafios da dinâmica colaborativa contribuíram bastante para a socialização. Comentários como “*competitivo*”, “*divertido*” e “*não foi entediante*” reforçam a ideia de que a atividade não apenas estimulou a aprendizagem, mas também proporcionou um ambiente mais leve e envolvente. Muitos alunos também ressaltaram que o jogo “*incentiva a socialização entre os colegas*” de forma divertida, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e colaborativo. A competição saudável e as perguntas apresentadas de maneira pedagógica foram vistas como facilitadores da colaboração, mostrando que, ao interagir com os outros, os alunos não apenas podem ter aprendido sobre genética, mas também podem ter desenvolvido habilidades sociais.

Ao serem questionados se as aulas se tornaram mais envolventes com a aplicação do jogo “*Trilha Genética do DNA e RNA*”, a maioria dos alunos respondeu afirmativamente, dizendo que a experiência com o jogo teve um impacto positivo na aprendizagem. Um aluno comentou que as aulas ficaram “*menos repetitivas ou menos*

chatas", destacando que o uso de uma abordagem aprendizagem por jogos ajudou a transformar a dinâmica da sala de aula, tornando o processo de aprendizagem mais agradável. Essas respostas indicam que o jogo pode ter contribuído para criar um ambiente de aprendizado mais interativo, em que os alunos puderam se envolver ativamente com os conteúdos de DNA e RNA de maneira prática e colaborativa. O jogo apresentou, ainda, uma ruptura com o formato das aulas de todo o dia, geralmente focado em aulas expositivas, proporcionando uma experiência mais dinâmica e envolvente.

Quando questionados sobre sua aprendizagem antes e depois de jogar, os alunos expressaram uma clara percepção de progresso. Muitos mencionaram que antes do jogo "*sabiam mais ou menos*" o conteúdo, mas após a experiência se sentiram "*mais experientes*" e afirmaram que aprenderam bastante, especialmente com as curiosidades e desafios apresentados no jogo. Um aluno destacou que a aprendizagem "*ficou muito boa*" após o jogo, enquanto outro comentou que o jogo "*foi legal e divertido*", tornando o processo de aprendizado mais interessante e envolvente.

Alguns alunos relataram que, antes do jogo, já tinham uma boa compreensão, mas que, após jogarem, "melhorou porque conseguiram entender melhor" os conceitos trabalhados, como DNA e RNA. Muitos descreveram a experiência como divertida, o que reforça o impacto positivo da aprendizagem baseada em jogos no processo de ensino. Esse tipo de atividade contribui para transformar o conhecimento espontâneo em conhecimento científico, pois, ao promover desafios e situações interativas, o jogo possibilita que os alunos aprofundem sua compreensão dos conceitos.

Quando questionados se gostariam que mais disciplinas utilizassem jogos em suas atividades, todos os alunos responderam positivamente, demonstrando claro interesse pela inclusão de metodologias ativas em outras áreas do currículo. A maioria escolheu a opção "*Sim*" ou "*Acharia ótimo*", reforçando a ideia de que o uso de jogos pedagógicos não só facilita a aprendizagem, como também torna as aulas mais dinâmicas.

Ao serem questionados sobre o significado que o "Jogo Trilha Genética do DNA e RNA" teve para eles, os alunos destacaram diversos aspectos que demonstram o impacto positivo da atividade. Termos como "*união*", "*disputa saudável*", "*perder e ganhar*" e "*trabalho em equipe*" foram mencionados, indicando que o jogo não apenas contribuiu para a aprendizagem, mas também promoveu valores como a colaboração e

a competição saudável. Muitos alunos também ressaltaram que o jogo foi "*muito importante para o aprendizado*", oferecendo uma forma criativa e diferente de aprender. Palavras como "*criatividade*" e "*entretido*" reforçam que o jogo foi percebido como uma maneira divertida de abordar temas científicos complexos, como DNA e RNA.

Quando questionados se o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA" ajudou a reforçar conceitos específicos sobre DNA e RNA, a maioria dos alunos respondeu afirmativamente, confirmando que a atividade foi eficaz para a evolução conceitual desses conteúdos. Muitos mencionaram que o jogo proporcionou uma oportunidade prática de revisar o que haviam aprendido, abordando temas como a estrutura do DNA, o papel do RNA na síntese de proteínas e a hereditariedade. Apenas um aluno mencionou que não sentiu o jogo como um reforço para esses conceitos, o que pode indicar que, para alguns, a atividade exige explicações adicionais.

Nesse contexto, o jogo funcionou como um signo mediador, permitindo que os alunos praticassem e aplicassem o que aprenderam de maneira pedagógica. Ao se envolverem ativamente nos desafios, eles não apenas reforçaram os conceitos de DNA e RNA, mas também participaram de um processo de evolução conceitual sobre o material genético, conectando o conhecimento científico aos seus saberes espontâneos e experiências cotidianas.

Ao serem questionados sobre a importância do jogo para sua trajetória escolar, os alunos compartilharam diversas perspectivas, destacando o desafio que o jogo proporcionou e o fato de ele ter tornado os conceitos científicos menos intimidantes e mais acessíveis. Muitos mencionaram, ainda, que o jogo ampliou seu conhecimento em Ciências, com um aluno afirmando que foi importante para "*reforçar a mente e revisar conceitos*".

Outros ressaltaram que a atividade contribuiu para uma aprendizagem mais ampla e teve grande importância em sua jornada escolar, ajudando a solidificar conceitos de DNA, RNA e genética, de maneira divertida. Termos como "*mais aprendizado*" e "*várias oportunidades de aprender*" foram citados, demonstrando o impacto positivo e relevante do jogo no processo de aprendizagem dos envolvidos.

Os alunos avaliaram o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA" de forma positiva, destacando tanto a diversão quanto a eficácia educativa da atividade. Comentários como "Muito bom", "Ótimo" e "Interativo e divertido" mostram o quanto o jogo foi bem recebido. Outros alunos ressaltaram o caráter educativo e criativo da experiência, com um

estudante mencionando que o jogo foi excelente para "avaliar a inteligência do aluno sobre DNA e RNA". Frases como "Me prendeu bastante, eu queria mais" e "Muito bom, e é para continuar com isso" indicam que o jogo despertou interesse, sugerindo que atividades semelhantes poderiam ser aplicadas em outras disciplinas para manter o entusiasmo dos alunos.

Essas avaliações confirmam a importância de metodologias ativas no ensino, como destacado por Vigotski, que valoriza a interação ativa dos alunos com o conteúdo, especialmente quando há envolvimento emocional e social, como o proporcionado pelo jogo. A combinação de aprendizagem e de diversão se mostrou uma alternativa eficaz para consolidar os conceitos científicos trabalhados.

Após a análise da aplicação e dos resultados obtidos, foi elaborado o Produto Educacional, cuja capa é apresentada na Figura 17, sendo parte integrante desta dissertação. Esse Produto Educacional está disponível no endereço: <https://ppgcited.cavg.ifsul.edu.br/index.php/isabel/>.

Figura 17. Capa do Produto Educacional



Fonte: Autoria Própria

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, procurou-se investigar o uso de jogos, em particular o jogo "Trilha Genética do DNA e RNA", como uma estratégia para o ensino de genética no 9º ano do Ensino Fundamental. O objetivo central da pesquisa foi desenvolver um produto educacional que promovesse a evolução conceitual dos estudantes, facilitando a compreensão de conceitos complexos como DNA, RNA e os processos de síntese proteica.

Os resultados obtidos, tanto pelas observações da professora/pesquisadora quanto nas respostas dos questionários aplicados aos alunos, indicam que os discentes possuíam conhecimentos espontâneos sobre genética e síntese proteica. Esses conhecimentos, embora muitas vezes ligados às referências culturais e cotidianas, como a associação de DNA a "dinossauros" ou "mutação" foram usados como base para o aprofundamento dos conceitos científicos nas aulas subsequentes.

As observações da docente também apontaram que a utilização do jogo teve um impacto positivo na aprendizagem dos alunos e no envolvimento com a proposta. A maioria dos estudantes destacou que o jogo foi uma ferramenta interativa, divertida e colaborativa, o que não apenas pode ter aumentado o interesse pelo conteúdo, mas também ajudou na consolidação dos conhecimentos. A aprendizagem por jogos permitiu que os alunos associassem o conteúdo científico às suas experiências cotidianas e à colaboração entre colegas, confirmando as hipóteses propostas na pesquisa.

O jogo, como parte de uma metodologia ativa, proporcionou um ambiente em que os alunos puderam explorar os conceitos científicos dentro de sua Zona de Desenvolvimento Iminente, conforme proposto por Vigotski. A interação entre os alunos e o apoio mútuo foram decisivos para a aprendizagem, reforçando a ideia de que o conhecimento se constrói de maneira colaborativa e social.

O jogo "Trilha Genética do DNA e RNA" foi desenvolvido como uma estratégia didática para atender às necessidades dos alunos na compreensão do material genético. As respostas dos alunos indicaram que o jogo foi uma ferramenta atrativa e eficaz para o entendimento dos conceitos científicos, como DNA, RNA e síntese proteica. O fato de os alunos terem descrito o jogo como divertido, interativo e colaborativo, além de afirmarem que ele facilitou a compreensão dos conteúdos demonstra que o jogo atendeu plenamente às necessidades pedagógicas idealizadas anteriormente.

Entretanto, a pesquisa também revelou alguns desafios. A necessidade de adaptar o jogo para diferentes níveis de dificuldade e a inclusão de mais perguntas foram sugestões feitas pelos próprios alunos, o que evidencia a importância de continuar refinando e adaptando o produto educacional, para melhor atender às necessidades dos estudantes.

Durante a produção deste Produto Educacional foram definidos objetivos baseados na trajetória da professora/pesquisadora e nas dificuldades que os alunos apresentavam para compreender ácidos nucleicos como DNA e RNA. A análise das aulas, dos questionários de avaliação e a aplicação de atividades como o vídeo e a roda de conversa revelaram que os alunos demonstraram total interesse em participar das atividades, atingindo, assim, os objetivos propostos. O entusiasmo dos alunos foi evidente ao ponto de, por horas, esquecerem dos celulares e focarem no jogo, o que reforça o sucesso da utilização da aprendizagem por jogos para promover o envolvimento com o conteúdo apresentado.

Acredita-se que este trabalho servirá como incentivo para que outros docentes utilizem este jogo, ou criem outros jogos didáticos adaptados aos seus conteúdos programáticos, promovendo assim, aulas mais dinâmicas e envolventes.

Por fim, esta dissertação contribui para o campo educacional ao evidenciar o potencial da aprendizagem por jogos como uma ferramenta eficaz no ensino. O estudo destaca a importância de metodologias ativas no processo de ensino e de aprendizagem e espera-se que outros educadores adotem práticas semelhantes para promover um ensino mais atrativo para os estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. A. de. **Dando vida à célula:** proposta lúdica para auxiliar o ensino de biologia celular por meio de QR code. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25647>. Acesso em: 17 out. 2023.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira.** In: Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, 10(1), p. 83-95, 2017. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4710>. Acesso em: 14 out. 2023.

BACICH, L.; MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2017.

BIZZO, N.; CHASSOT, A.; ARANTES, V. A. (Org.). **Ensino de Ciências:** pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013.

BRANCO, P. V. C.; CASTRO, M. S.; SILVA, V. L. M. **O desafio de ensinar e aprender genética em uma escola pública de ensino fundamental.** Pesquisa em Foco, v. 24, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18817/pef.v24i1.2031>. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências Naturais. 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. **A genética humana no ensino médio:** algumas propostas. Genética na Escola, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.

CAMPOS, L. M. L.; FELICIO, A. K. C.; BORTOLOTTI, T. M. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia:** uma proposta para favorecer a aprendizagem. Caderno dos Núcleos de Ensino, 2003.

CARVALHO, C. V. de. **Aprendizagem baseada em jogos-Game-based learning.** In: II WORLD CONGRESS ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY, Vigo. Anais... Copec, 2015. p. 176-181.

CAVALCANTE, F. N. DNA - **O JOGO DA VIDA:** Software educacional como ferramenta para o processo ensino aprendizagem da biologia molecular. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) –

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019. Disponível em: https://www.uern.br/controladepaginas/TCM%20-%20primeira%20turma/arquivos/6187francivaldo_tcm.pdf. Acesso em: 17 out. 2023.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

COSTA, E. A. L. **Educação lúdica: jogos didáticos na mediação do conhecimento**. Revista Fórum Linguístico, v. 20, n. 2, p. Ludicidade e Práticas Pedagógicas no Ensino do Português, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/forum/article/view/89823>. Acesso em: 30 ago. 2023.

DORNELLES, R. A. da S. **Desvendando a informação genética: uma proposta de sequência didática para o ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219291>. Acesso em: 20 set. 2023.

FREITAS, J. A. B. de. **A gamificação aliada ao uso das tecnologias móveis (smartphones e tablets) e QR Code como estratégia facilitadora de aprendizagem dos conteúdos de genética**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35504>. Acesso em: 17 out. 2023.

GONÇALVES, C. S. **A prática pedagógica de professoras alfabetizadoras no âmbito do Programa de Intervenção Pedagógica/PIP e do ensino sistematizado da língua escrita**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17851/1/PraticaPedagogicaProfessoras.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **As implicações das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores de Ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 3, p. 535-551, 2013.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. **Introdução à genética**. Tradução de Idília Vanzellotti. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

ISKANDAR, J.; LEAL, M. **Sobre Positivismo e Educação**. Revista Diálogo Educacional, v. 3, n. 1.

KISHIMOTO, T. M. **Jogos infantis: jogos, a criança e a educação**. Petrópolis: Vozes, 1999.

KRASILCHIK, M. **Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão**. Brasília, ano 7, n. 40, out./dez., 1988. Disponível em: <https://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2044/1783>. Acesso em: 21 nov. 2023.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 2005. (Coleção Temas Básicos de Educação e Ensino).

KRASILCHIK, M.; ARAUJO, U. F. de. **Novos caminhos para a educação básica e superior**. Com Ciência, v. fe 2010, n. 115, 2010. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=670>. Acesso em: 01 dez. 2023.

KRASILCHIK, M.; ARAUJO, U. F. **Novos caminhos para a educação básica e superior**. Com Ciência, fev. 2010, n. 115. Disponível em: https://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 01 dez. 2023.

LEWIN, B. **GENES IX**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 893 p.

LOPES, A. M.; ROSSO, A. M. **A prática docente e o ensino de ciências: desafios e possibilidades**. 3. ed. Porto Alegre: Editora ABC, 2007.

LOVATO, F. L.; LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. **Investigação criminal como contexto gerador para a aprendizagem de genética**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 12, n. 1, 2022.

LUSTOSA, M. S. **O olhar docente sobre o ensino de ciências da natureza no fundamental II em Campina Grande, PB**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campina Grande, 2013. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2745/1/PDF%20-%20Mariana%20Silva%20Lustosa.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

MALDANER, O. A.; NONENMACHER, C. A.; SANDRI, L. **Formação de professores de ciências: desafios e possibilidades**. Revista Brasileira de Educação, v. 15, n. 44, p. 80-93, 2010.

MALFAIA, G.; RODRIGUES, T. R. **Ensino de Ciências: uma abordagem crítica**. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIAS, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: Editora XYZ, 2008. p. 100-110.

MARQUES, A. **Ciências da Natureza no Ensino Fundamental II: Perspectivas para uma Visão Integradora e Contextualizada a partir da Prática Docente**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/10379/Disserta%E7%E3o%20Alfredo%20Marques.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 out. 2024.

MARQUES, N. L. R.; ROSA, C. T. W. **Algumas implicações pedagógicas da Escola de Vigotski para o Ensino de Ciências**. Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, v. 7, n. 2, p. 1-23, 2023. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/72097/37593>. Acesso em: 15 out. 2023.

MIRANDA, A. T. S. et al. **Importância do uso das metodologias ativas para a formação docente / Importância do uso de metodologias ativas para a formação de professores**. Revista Brasileira de Desenvolvimento, [S. l.], v. 4, p. 28169-28182, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-353. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/46738>. Acesso em: 17 out. 2023.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 2ª ed. Campinas: Papirus, 2015.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Ed. E. P. U., 2015

O.-PERSICHETO, A. J. **Perspectivas lúdicas para o ensino de ciências no início da educação fundamental**. DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação, Araraquara, v. 19, n. 2, p. 355–370, 2017. DOI: 10.30715/rbpe.v19.n2.2017.10959. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/doxa/article/view/10959>. Acesso em: 22 ago. 2024.

PAES, K. C. **Da molécula de DNA às proteínas: dinamizando o ensino por meio de materiais didáticos e ludicidade**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2019. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/02/Kelly-Paes-TCM.pdf>. Acesso em: 1 set. 2023.

PEDROSO, C. V.; ROSA, R. T. N. da; AMORIM, M. A. L. **Uso de jogos didáticos no ensino de biologia: um estudo exploratório nas publicações veiculadas em eventos**. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/407.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023.

PORTO, A. RAMOS, L.; GOULART, S. **Um olhar comprometido com o ensino de ciências**. Belo Horizonte: FAPI, 2009.

ROCHA, S. C. da; ROXO, V. M. M. **O Lúdico no Ensino de Genética**. DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação, Araraquara, v. 19, n. 2, p. 355–370, 2017. DOI: 10.30715/rbpe.v19.n2.2017.10959. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/doxa/article/view/10959>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SANTOS, A. O. dos. **Ferramentas digitais no ensino de ciências da natureza**. Revista Ciência em Evidência, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 65–74, 2022. DOI: 10.47734/rce.v2i2.1893. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/1893>. Acesso em: 20 set. 2023.

SANTOS, J. A. C.; LIMA, J. R. de; SILVA, A. P. B. da; MELO, R. K. de F.; SILVA, V. A. da; SILVA, J. M. da; SILVA, M. A. da; ROHDE, C.; GARCIA, J. E. **Molecular Monopoly for Genetics teaching**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e10310413890, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13890. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13890>. Acesso em: 17 out. 2023.

SILVA, A. **O Ensino de Ciências na Educação Contemporânea**. 2. ed. São Paulo: Editora XYZ, 2013.

SILVA, A. T. da. **Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências da Vida, Universidade Federal de Juiz de Fora, Governador Valadares, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/12219/1/alantemponedasilva.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

SILVA, G. de S. **Jogos didáticos no ensino de ciências: reflexões sobre seu uso em escolas no município de Picos-PI**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2014. Disponível em: https://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/PICOS/Not%C3%ADcias/PICOS_2022/Biblioteca/2014/Ci%C3%Aancias_Biol%C3%B3gicas_2014/G%C3%A9ssica_de_Sousa_e_Silva.pdf. Acesso em: 30 ago. 2023.

SILVA, M. F. da. **Nova proposta didática para o ensino de biologia molecular na educação básica**. 2022. Tese (Doutorado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16284>. Acesso em: 1 set. 2023.

SILVA-BATISTA, I. C.; MORAES, R. R. **História do ensino de ciências na educação básica no Brasil: do Império até os dias atuais**. Educação Pública, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais#:~:text=No%20Brasil%2C%20diversas%20mudan%C3%A7as%20no,a%20alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20e%20a%20catequiza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 15 out. 2023.

SOUSA, C. K. L. **Uso de um jogo didático como metodologia ativa no ensino do conteúdo expressão gênica**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/19019/1/ClistenesKlaytonLeiteDeSousa_Dissert.pdf. Acesso em: 17 out. 2023.

SOUZA, V. L. T. de; ANDRADA, P. C. de. **Contribuições de Vigotski para a compreensão do psiquismo**. Estudos de Psicologia (Campinas), v. 30, n. 3, p. 327-

337, set. 2013. DOI: 10.1590/S0103-166X2013000300005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/estpsi/a/F937bxTgC9GgpBJ8QhCKs6F/>. Acesso em: 15 out. 2023.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WARSCHAUER, Cecília. **Rodas em rede**: oportunidades formativas na escola e fora dela. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

WOSKI, S. A.; SCHMIDT, F. J. **DNA e RNA**: Composição e estrutura. In: Manual de bioquímica: com correlações clínicas. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011. p. 29-30.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre, RS: Penso, 2016.

APÊNDICE A – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Projeto de Pesquisa: TRILHANDO O CONHECIMENTO: A UTILIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR JOGOS PARA O ENSINO DE DNA E RNA PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Instituição realizadora da Pesquisa: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Campus Pelotas - Visconde da Graça

Pesquisador responsável: Amanda Machado Caetano

Objetivo:

O estudo configura-se em desenvolver um jogo didático ativo e dinâmico que vise significar a aprendizagem dos conteúdos de material genético (DNA e RNA) para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Procedimentos a serem utilizados:

A pesquisa será produzida inicialmente a partir de dados coletados junto aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Para isso, será solicitado que o sujeito responda a este questionário, para que os dados coletados sejam utilizados para tabulação e posterior análise. Há o comprometimento do pesquisador em não divulgar os nomes dos sujeitos dessa pesquisa e nem mesmo informações que possam vir a expô-los, garantindo o sigilo e privacidade absoluta de seu anonimato.

Além disso, o sujeito da pesquisa terá os esclarecimentos desejados e a assistência adequada, se necessária, antes e durante a realização da pesquisa.

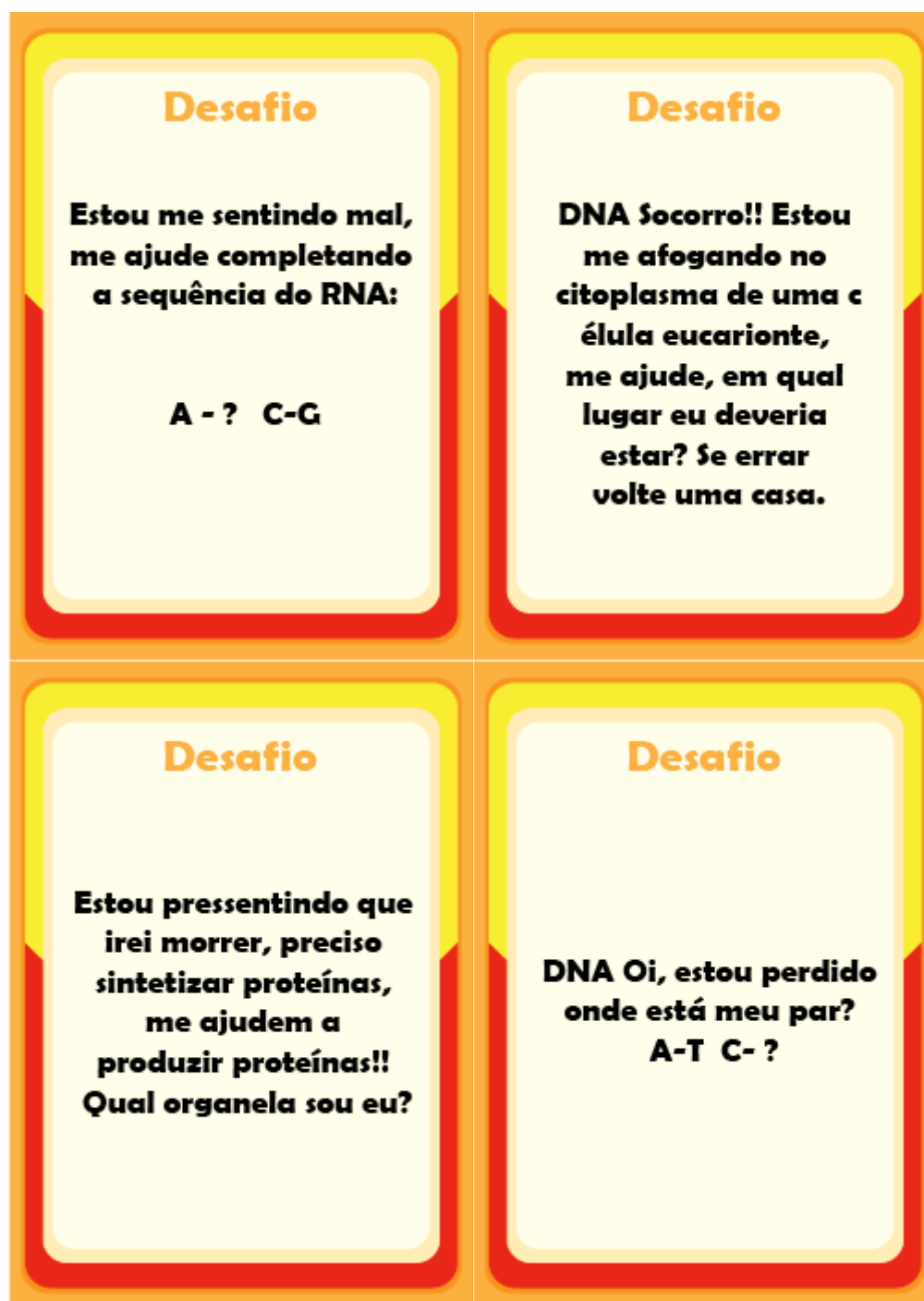
Desde já agradeço sua colaboração e atenção frente a pesquisa aqui apresentada.

Pelotas, ____ de _____ de 2024.

Nome do responsável

Assinatura do responsável

APÊNDICE B - CONTEÚDO DAS CARTAS DESAFIO



APÊNDICE C - CONTEÚDO DAS CARTAS VOCÊ SABIA?

Você sabia?

Que o DNA pode ser utilizado na fabricação de vacinas, como a contra COVID, bivalente.

Você sabia?

Que o DNA é responsável por armazenar as informações genéticas dos seres vivos, e o RNA atua na produção de proteínas.

Você sabia?

Que para compreendermos sobre genética precisamos saber o significado de dois termos essenciais, genes e cromossomos.

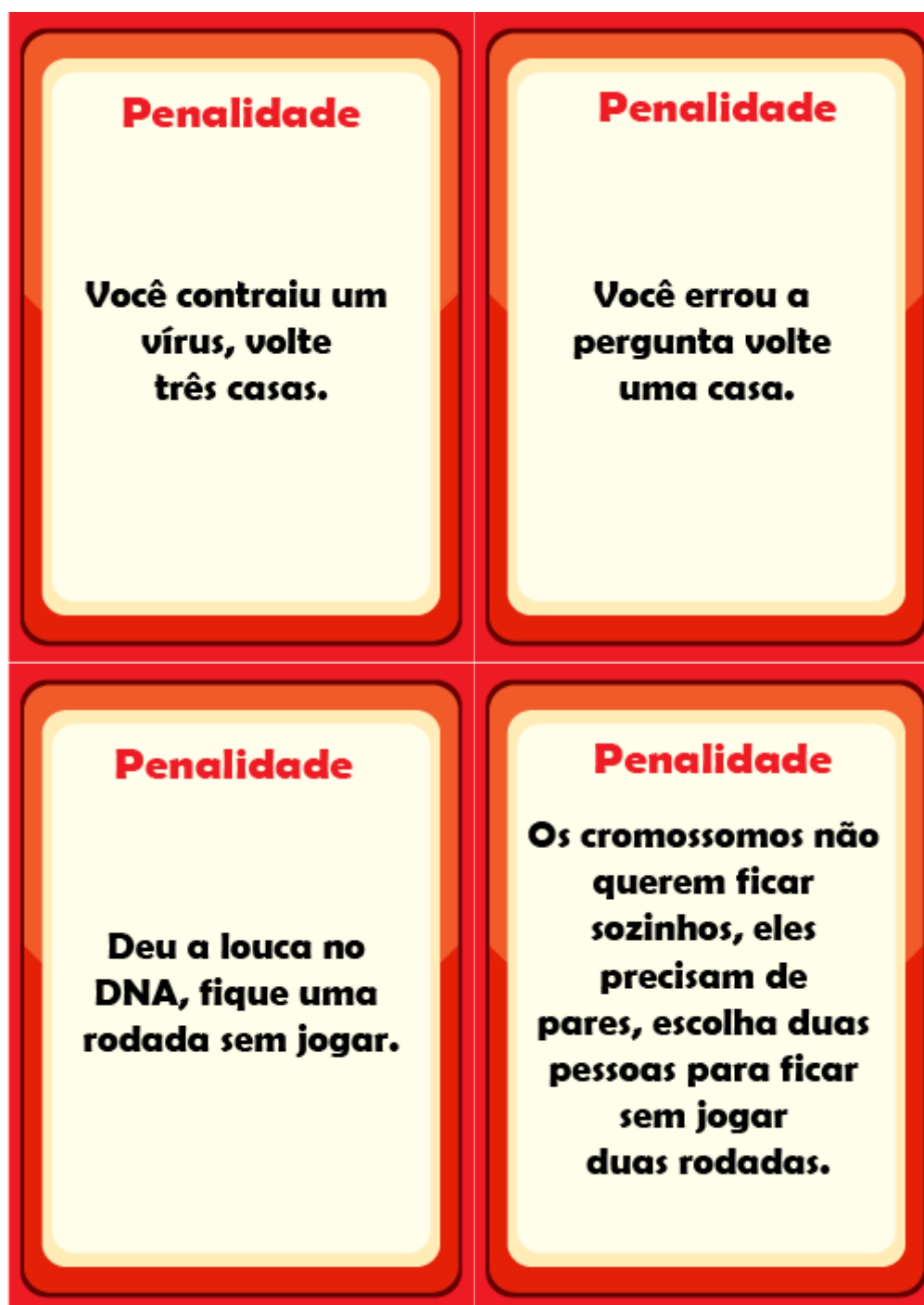
Você sabia?

Que Genes são porções de DNA que apresentam as informações necessárias para que ocorra a síntese de uma molécula de RNA mensageiro e consequentemente uma proteína.

Você sabia?

**Que os cromossomos
são estruturas
que abrigam o material
genético dentro
da célula.**

APÊNDICE D - CONTEÚDO DAS CARTAS PENALIDADES



Penalidade

A enzima DNA polimerase é a enzima de replicação responsável por ampliar a nova cadeia adicionando as bases (A, C, G e T), fique uma rodada sem jogar.

Penalidade

A uracila se separou da adenina, volte duas casas.

Penalidade

A guanina casou com a timina e convidou a uracila para madrinha, volte uma casa.

Penalidade

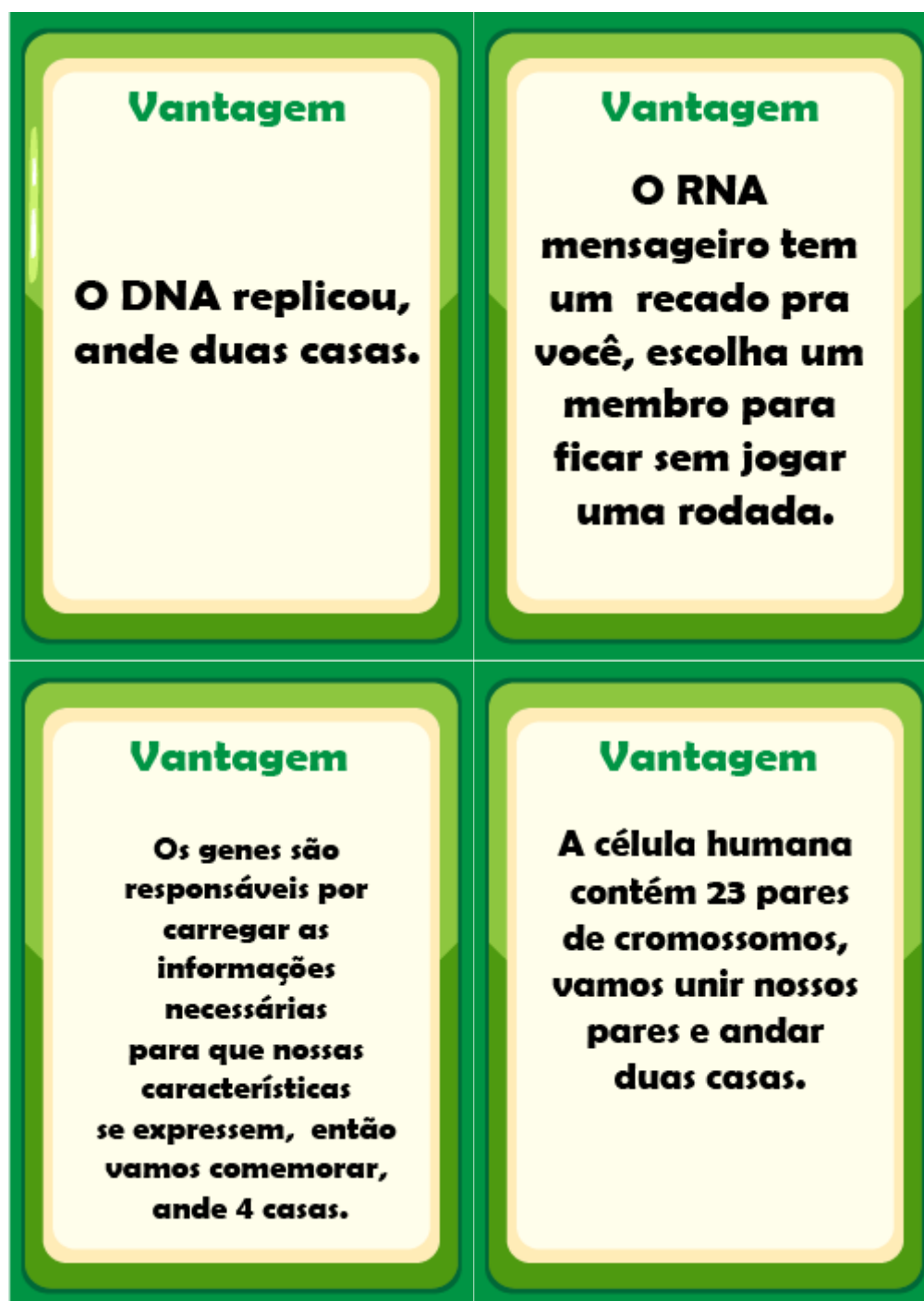
A uracila quer fazer parte das bases nitrogenadas do DNA, mas o RNA não deixa, volte cinco casas.

Penalidade

**As moléculas de RNA
são produzidas
a partir de um
molde de DNA.**

**O DNA é uma
fita dupla, sendo que
apenas uma delas
é usada para a
transcrição do RNA,
volte uma casa.**

APÊNDICE E - CONTEÚDO DAS CARTAS VANTAGENS



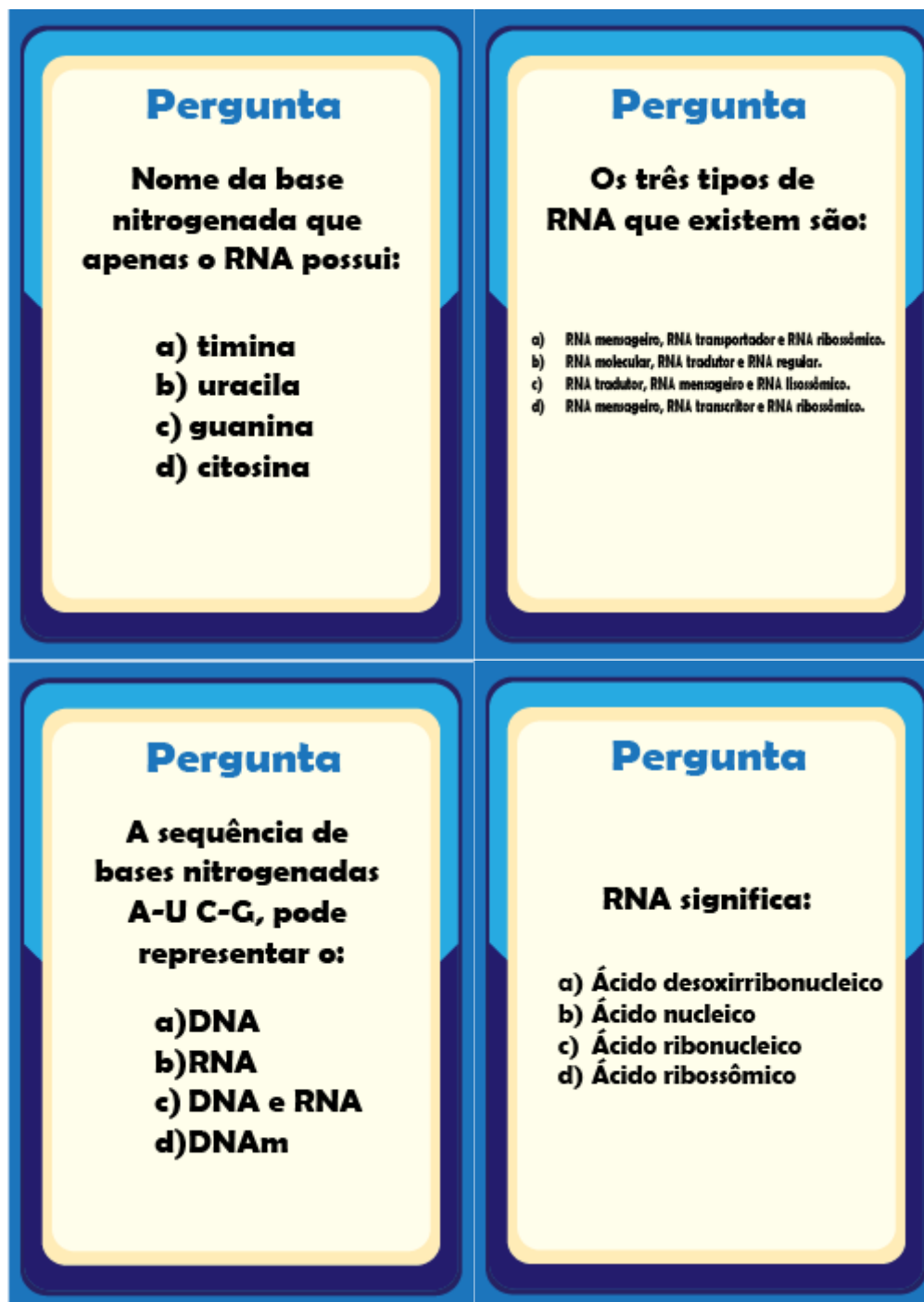
Vantagem

O RNA transportador quer sua ajuda para transportar aminoácidos, desta maneira anda uma casa.

Vantagem

O DNA é uma fita dupla em forma de espiral (dupla hélice), você concorda? Se acertar anda uma casa.

APÊNDICE F - CONTEÚDO DAS CARTAS RESPONDER



Pergunta

O ácido nucleico apresenta características genéticas de cada indivíduo é o:

- a) RNA
- b) DNA
- c) DNAg
- d) RNAt

Pergunta

DNA significa:

- a) Ácido ribonucleico
- b) Ácido lisossômico
- c) Ácido nucleico
- d) Ácido desoxirribonucleico

Pergunta

O DNA é formado por:

- a) açúcar, fosfato e pentose
- b) proteína, base nitrogenada e ribose
- c) fosfato, açúcar e base nitrogenada
- d) açúcar, pentose e fosfato

Pergunta

A sequência na fita complementar DNA TCAAGT, apresenta qual sequência?

- a) AGUUTAA
- b) AGUTAG
- c) AGTUAG
- d) AGTTCA

Pergunta

Processo pelo qual moléculas idênticas de uma molécula de DNA são formadas:

- a) tradução
- b) replicação
- c) transcrição
- d) transformação

Pergunta

O DNA pode ser encontrado dentro de uma célula eucariótica:

- a) do citoplasma
- b) do núcleo
- c) da membrana plasmática
- d) da parede celular

Pergunta

O que quer dizer RNAt:

- a) RNA transportador
- b) RNA tradutor
- c) RNA transcritor
- d) RNA trabalhador

Pergunta

Processo pelo qual DNA é utilizado na formação de uma molécula de RNA:

- a) replicação
- b) transformação
- c) tradução
- d) transcrição

APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

1. Você gostou de jogar o Jogo Trilha Genética do DNA e RNA?

- a) Sim
- b) Não

Justifique sua resposta.

2. O que achou que poderia ser melhorado no jogo?

3. Como você avaliaria a dificuldade das perguntas e desafios do jogo?

- c) Fácil
- d) Médio
- e) Difícil

4. Você sentiu que o Jogo Trilha Genética do DNA e RNA contribuiu para uma compreensão melhor do conteúdo de DNA e RNA?

- a) Sim
- b) Não
- c) Em parte
- d) Não sei

5. Qual foi o aspecto mais interessante ou desafiador do jogo para você?

[Marque mais de uma resposta]

- a) Aprender sobre o DNA e RNA de uma maneira mais interativa.
- b) Resolver os desafios e questões do jogo.
- c) Competir com meus colegas para avançar no tabuleiro.
- d) As cartas de desafio, que eram empolgantes.
- e) A oportunidade de tomar decisões estratégicas durante o jogo.
- f) Aprender novos fatos interessantes sobre genética.
- g) Trabalhar em equipe quando joguei em grupo.
- h) A sensação de conquistar cada etapa do jogo.
- i) Outro (por favor, especifique).

6. Você sentiu que o jogo incentivou a colaboração e interação com seus colegas? Explique.

7. Acredita que as aulas se tornaram mais atrativas com a aplicação do jogo?

- 8. Como foi sua aprendizagem antes de jogar e após? Conta como foi essa experiência?**
- 9. Gostaria que mais disciplinas realizassem atividades através de jogos?**
- a) Sim
 - b) Talvez
 - c) Acharia ótimo
 - d) Não
- 10. Qual significado o jogo teve para você?**
- 11. Você acredita que o jogo ajudou a reforçar conceitos específicos sobre DNA e RNA? Se sim, quais?**
- 12. Qual a importância deste jogo para tua trajetória escolar?**
- 13. Escreva uma frase para avaliar o jogo.**