



**INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CAMPUS CAMPO GRANDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E**  
**TECNOLÓGICA**

**GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE**  
**JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA**  
**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**CAMPO GRANDE – MS**  
**2020**

**GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE  
JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo *campus* Campo Grande do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

CAMPO GRANDE – MS  
2020

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que seja a fonte citada.

M337s Marin, Glaucia Rosely Barbosa  
Uma sequência didática com a proposta de construção de jogos digitais em genética fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa / Glaucia Rosely Barbosa Marin. – Campo Grande-MS, 2020.  
199 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul-IFMS, Campus Campo Grande, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior.

Inclui referências.

1. Aprendizagem significativa. 2. Ensino de genética. 3. Sistemas sanguíneos. 4. Jogos digitais. 5. Mapas conceituais. I. Vinholi Júnior, Airton José. II. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. III. Título.

CDD 23. ed. 370.15

---

**GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE  
JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 03 de abril de 2020.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Orientador

---

Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

---

Profa. Dra. Vera de Mattos Machado

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

**GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN**

**ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS: O ESTUDANTE PROTAGONISTA NO PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM DE SISTEMAS SANGUÍNEOS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 03 de abril de 2020.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Orientador

---

Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

---

Profa. Dra. Vera de Mattos Machado

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Este trabalho é dedicado primeiramente à Deus, pois lhe aprobe a realização desse almejado sonho.

E à Dara, minha pérola de sabedoria, para que possa também ao longo de sua trajetória construir um caminho de conhecimento e crescimento e que esteja imbuída da responsabilidade de contribuir e participar das mudanças do mundo ao seu entorno.

## AGRADECIMENTOS

Com imensa gratidão à Deus...

... por me conceder saúde, sabedoria, perseverança e inspiração em toda a trajetória de elaboração da dissertação.

... por me agraciar com uma família, meu esposo e príncipe Adriano e minha pérola Dara, que demonstraram compreensão, amor e apoio incondicional nesse caminho.

... por me proporcionar a parceria com meu orientador, Professor Doutor Airton José Vinholi Júnior, que com cordialidade, excelência em dedicação, conhecimento e experiência inesgotáveis me direcionou ao término dessa pesquisa.

... por possibilitar uma proposta de pesquisa interdisciplinar com os conhecimentos técnicos do professor Lucas Almeida Tiburtino da Silva, que com amável colaboração promoveu um ensino motivador, inovador e interativo.

... por me conduzir à um cenário de pesquisa com estudantes comprometidos, produtivos e prontos a assumirem novos desafios.

... por oportunizar os preciosos apontamentos criteriosos e críticos do Professor Dr. Dante Alighieri Alves de Mello e Professora Dr<sup>a</sup> Vera de Mattos Machado, que enriqueceram ainda mais o trabalho.

... por me posicionar em um setor sob a liderança de Soraya Regina de Hungria Cruz e Edna Ferreira Bogado da Rosa que compreenderam com sensibilidade e incentivo esse período de estudo.

... por me aproximar de colegas e professores do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica que participaram direta ou indiretamente dessa etapa da minha vida.

... por me envolver com as frequentes orações dos meus Familiares.

*“Cada vez que você faz uma opção está transformando sua essência em alguma coisa um pouco diferente do que era antes. ”*

Martinho Lutero

*“A fé não consiste na ignorância, senão no conhecimento; e este conhecimento há de ser não somente de Deus, senão também de sua divina vontade. ”*

João Calvino



## RESUMO

Este trabalho aborda a necessidade de repensar as práticas pedagógicas para o ensino de Genética, sobretudo para a subunidade sistemas sanguíneos. O objetivo da pesquisa consiste em analisar as contribuições da construção de jogos digitais para a assimilação de conceitos no âmbito da Genética dos sistemas sanguíneos. Para isso, foi elaborada e utilizada uma sequência didática utilizando como referencial teórico e metodológico os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. A investigação ocorreu por meio de uma intervenção com práticas pedagógicas inovadoras em sala de aula, aplicadas com estudantes do 3º ano do curso integrado ao ensino médio de Programação de Jogos Digitais de uma escola da rede pública estadual de Mato Grosso do Sul. A pertinência da pesquisa justifica-se em decorrência à interface nesse campo específico de estudo dos alunos da referida escola, o que proporcionou, nesse decurso, um produto capaz de aliar de forma eficaz os conhecimentos da base comum e da base técnica. Os aspectos metodológicos envolveram a investigação dos conhecimentos prévios (subsunçores) por meio de um pré-teste, a utilização de questionário para análise de conhecimentos posteriores à intervenção (pós-teste) e a construção de mapas conceituais iniciais e finais para a avaliação da aprendizagem como instrumentos de coleta e análise de dados, fundamentados na TAS. Os resultados obtidos permitem apontar que, a temática articulada ao contexto dos estudantes, por meio da proposta de intervenção, proporcionou evolução conceitual nos conteúdos sobre os sistemas sanguíneos. Levando em consideração a metodologia utilizada para investigar esses saberes, conclui-se que, essa contribuição foi significativa para a aprendizagem de Genética.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Ensino de Genética. Sistemas sanguíneos. Jogos digitais. Mapas conceituais.

## ABSTRACT

This paper addresses the need to rethink pedagogical practices for the teaching of genetics, especially for the subunit blood systems. The objective of this research is to analyze the contributions of the construction of digital games for the assimilation of concepts in the genetics of blood systems. For this, a didactic sequence was elaborated and used using as theoretical and methodological reference the assumptions of the Meaningful Learning Theory (TAS) of David Ausubel. The investigation took place through an intervention with innovative pedagogical practices in the classroom, applied with students of the 3rd year of the course integrated to the Digital Games Programming high school of a state public school in Mato Grosso do Sul. The relevance of the research is justified due to the interface in this specific field of study of the students of that school, which provided, in this course, a product capable of effectively combining the knowledge of the common base and the technical base. The methodological aspects involved the investigation of the previous knowledge (subsumers) through a pretest, the use of a questionnaire for analysis of post-intervention knowledge (posttest) and the construction of initial and final concept maps for the assessment of learning, as tools for data collection and analysis, based on TAS. The results allow pointing out that the theme articulated to the students' context, through the intervention proposal, provided conceptual evolution in the contents about the blood systems. Taking into account the methodology used to investigate this knowledge, it is concluded that this contribution was significant for learning genetics.

**Keywords:** Meaningful learning. Genetics teaching. Blood systems. Digital games. Concept maps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Entrada principal da escola.....	48.
Figura 2- Sala de aula.....	48.
Figura 3- Laboratório de eletroeletrônica.....	49.
Figura 4- Sala de Tecnologia Educacional (STE 3).....	49.
Figura 5- Mapa Conceitual dos Sistemas Sanguíneos.....	52.
Figura 6- MC Amostral elaborado pelo P6.....	76.
Figura 7- MC Amostral elaborado pelo P4.....	77.
Figura 8- MC Inicial elaborado pelo P1.....	83.
Figura 9- MC Final elaborado pelo P1.....	84.
Figura 10- MC Inicial elaborado pelo P8.....	85.
Figura 11- MC Final elaborado pelo P8.....	86.
Figura 12- MC Inicial elaborado pelo P15.....	87.
Figura 13- MC Final elaborado pelo P15.....	88.
Figura 14- Parte do código do jogo Quiz Bio.....	92.
Figura 15- Jogo Quiz Bio concluído.....	92.
Figura 16- Menu principal ou main menu do jogo Blood Hunter.....	94.
Figura 17- Design dos grupos sanguíneos A, B, AB e O.....	94.
Figura 18- Tela de pontuação ou <i>High Score</i> .....	95.
Figura 19- Menu principal ou <i>main menu</i> do jogo <i>Blood Memory</i> .....	95.
Figura 20- Menu das três etapa do jogo <i>Blood Memory</i> .....	96.
Figura 21- Nível fácil do jogo <i>Blood Memory</i> .....	96.
Figura 22- Nível Médio do jogo <i>Blood Memory</i> .....	97.
Figura 23- Nível Difícil do jogo <i>Blood Memory</i> .....	97.
Figura 24- Parte da programação do jogo <i>Quiz Sistema Sanguíneo</i> .....	98.
Figura 25- Menu principal ou <i>main menu</i> do jogo <i>Quiz Sistema Sanguíneo</i> .....	99.
Figura 26- Pergunta do jogo <i>Quiz Sistema Sanguíneo</i> .....	99.
Figura 27- Menu principal ou <i>main menu</i> do jogo <i>Adventure Blood</i> .....	101.
Figura 28- Um das falas que acontece no jogo entre Fulano e Áxis.....	102.
Figura 29- O encontro de Áxis com a professora Glaucia.....	102.
Figura 30- Obstáculo que Áxis deve enfrentar na água em uma das fases .....	103.
Figura 31- Obstáculo que Áxis deve enfrentar na neve em uma das fases.....	103.

Figura 32- Uma das perguntas que Áxis precisa responder para receber a bolsa de sangue de Fulano.....	104.
Figura 33- Nuvem de palavras produzidas no edwordle.net.....	108.
Figura 34- Modelos didáticos de proteínas nas hemácias e no plasma sanguíneo.....	110.
Figura 35- Coleta de três gotas de sangue .....	113.
Figura 36- Lâminas com resultados da tipagem sanguínea.....	113.
Figura 37- <i>Brainstorm</i> .....	116.
Figura 38- Grupo desenvolvendo o jogo <i>Quiz Bio</i> .....	118.
Figura 39- Grupo desenvolvendo o jogo <i>Blood Hunter</i> .....	119.
Figura 40- Estudante desenvolvendo o jogo <i>Blood Memory</i> .....	120.
Figura 41- Grupo desenvolvendo o jogo <i>Quiz Sistema Sanguíneo</i> .....	121.
Figura 42- Grupo desenvolvimento o jogo <i>Adventure Blood</i> .....	122.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.....	63.
Quadro 2- Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.....	64.
Quadro 3- Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.....	65.
Quadro 4- Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.....	69.
Quadro 5- Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.....	71.
Quadro 6- Categorias de análise da hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.....	78.
Quadro 7- Categorias de análise da qualidade do mapa conceitual.....	78.
Quadro 8- Critérios quantitativos utilizados para a classificação dos MC's.....	79.
Quadro 9- Comparativo da qualidade dos MC's Iniciais e MC's Finais.....	81.
Quadro 10- Grupos sanguíneos do Sistema ABO.....	111.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Respostas do questionário da Caracterização dos Participantes.....	58.
Tabela 2- Classificação Geral dos subsunçores nos resultados do pré-teste.....	61.
Tabela 3- Classificação Geral das respostas obtidas no pós-teste.....	67.
Tabela 4- Acertos e erros em porcentagem nas etapas da nova situação de aprendizagem...	89.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resultados em porcentagem de subsunçores analisados no pré-teste.....	66.
Gráfico 2- Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.....	72.
Gráfico 3- Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.....	73.
Gráfico 4- Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.....	74.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Aula Não Presencial
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP/UCDB	Comitê de Ética em Pesquisa / Universidade Católica Dom Bosco
DHRN	Doença Hemolítica do Recém-Nascido
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
ENAS	Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências
IES	Instituição de Ensino Superior
MC	Mapa Conceitual
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNLDEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPC	Projeto Político Pedagógico do Curso Técnico
QD	Questionário Diagnóstico
RPP	Regime de Progressão Parcial
SED	Secretaria de Estado de Educação
STE	Sala de Tecnologia Educacional
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFV-MG	Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18.</b>
<b>1.1. Justificativa.....</b>	<b>20.</b>
<b>1.2 Definição do Problema.....</b>	<b>21.</b>
<b>1.3 Objetivos da Pesquisa.....</b>	<b>23.</b>
1.3.1 Objetivo Geral.....	23.
1.3.2 Objetivos Específicos.....	23.
<b>1.4 Estrutura da Dissertação.....</b>	<b>23.</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>25.</b>
<b>2.1 Pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>25.</b>
2.1.1 Aspectos Gerais da Aprendizagem Significativa.....	25.
2.1.2 Classificação dos Tipos e Formas de Aprendizagem.....	28.
2.1.3. Processos envolvidos na Aprendizagem Significativa.....	30.
2.1.4 Organizadores Prévios.....	31.
2.1.5 Mapas Conceituais.....	33.
<b>2.2 A Relevância do Ensino de Genética e a abordagem do conteúdo de Sistemas Sanguíneos.....</b>	<b>36.</b>
<b>2.3 A Necessidade de Reformulação das Práticas Pedagógicas.....</b>	<b>39.</b>
<b>2.4 O Estudante Protagonista na Construção do Conhecimento.....</b>	<b>41.</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>46.</b>
<b>3.1 Natureza da Pesquisa.....</b>	<b>46.</b>
<b>3.2 Cenário da Pesquisa.....</b>	<b>47.</b>
<b>3.3 Participantes da Pesquisa.....</b>	<b>49.</b>
<b>3.4 O Campo de pesquisas intituladas Estado da Arte.....</b>	<b>50.</b>
<b>3.5 Sequência Didática Proposta.....</b>	<b>50.</b>
<b>3.6 Instrumentos de Coleta de Dados.....</b>	<b>53.</b>
3.6.1 Caracterização dos Participantes.....	54.
3.6.2 Questionário Diagnóstico Inicial.....	54.
3.6.3 Mapa Conceitual Inicial.....	55.
3.6.4 Elaboração e Construção dos Jogos Eletrônicos.....	55.

3.6.5 Mapa Conceitual Final.....	56.
3.6.6 Proposição de uma nova situação de aprendizagem.....	57.
3.6.7 Questionário Diagnóstico Final.....	57.
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>58.</b>
<b>4.1 Análise da Caracterização dos Partícipes.....</b>	<b>58.</b>
<b>4.2 Análise do Questionário Diagnóstico Inicial.....</b>	<b>60.</b>
<b>4.3 Análise Comparativa do QD Final e QD Inicial.....</b>	<b>67.</b>
<b>4.4 Introdução à elaboração do Mapeamento Conceitual.....</b>	<b>75.</b>
4.4.1 Análise Comparativa do MC Inicial e MC Final.....	79.
<b>4.5 Análise de uma Nova Situação de Aprendizagem.....</b>	<b>89.</b>
<b>4.6 Análise da Construção dos Jogos Digitais.....</b>	<b>91.</b>
4.6.1 Quiz Bio (Questionário Bio).....	91.
4.6.2 Blood Hunter (Caçadores de Sangue).....	93.
4.6.3 Blood Memory (Memória de Sangue).....	95.
4.6.4 Quiz Sistema Sanguíneo.....	98.
4.6.5 Adventure Blood (Sangue de Aventura).....	101.
<b>5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>107.</b>
<b>5.1 Organização da Sequência Didática.....</b>	<b>107.</b>
5.1.1 Primeiro Momento da Sequência Didática.....	107.
5.1.2 Segundo Momento da Sequência Didática.....	116.
5.1.3 Terceiro Momento da Sequência Didática.....	124.
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>125.</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>130.</b>
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	138.
ANEXO B – ANUÊNCIA DA SED/MS.....	139.
ANEXO C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	140.
ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)....	142.
ANEXO E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	144.

ANEXO F – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO SUJEITO.....	148.
ANEXO G – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO INICIAL.....	149.
ANEXO H – NOVA SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM.....	151.
ANEXO I – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO FINAL.....	153.
ANEXO J – RELATÓRIO EXPERIMENTAL.....	155.
APÊNDICE A - GLOSSÁRIO DOS TERMOS GENÉTICOS.....	157.
APÊNDICE B - QUADRO DAS PRODUÇÕES STRICTU SENSU.....	161.
APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL .....	165.

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Biologia é extremamente relevante no contexto escolar, pois por meio dele é possível favorecer a autonomia intelectual dos estudantes, apropriando-se de conceitos e competências que o torne capaz de posicionar-se criticamente no meio em que estão inseridos, sobretudo, em aspectos voltados à vida. Dessa forma, a escola contribui para fornecer subsídios para que os educandos, com os aspectos da alfabetização científica, estabeleçam conexões frente à sua realidade e desenvolvam a capacidade de resolução de problemas.

Dentre a ampla variedade de conteúdos e saberes presentes na Biologia, uma abordagem necessária é o ensino de Genética, imprescindível para a realidade atual, que se manifesta em um cenário de intensos avanços tecnológicos e descobertas científicas. Sendo assim, essa subunidade se configura em um estudo complexo e abrangente no meio biológico e possibilita ao educando transitar em diferentes contextos, que abarcam a educação, mas também é capaz de contemplar questões concernentes à saúde pública.

Portanto, é de suma importância uma ação educativa que favoreça a reflexão diante da pertinência do Ensino de Genética, que não pode ser restrito apenas ao conhecimento básico sobre esse conteúdo, mas, principalmente na necessidade do estudante em exercer sua cidadania de forma a compreender e participar efetivamente da sua realidade (ROSÁRIO, 2016).

Sendo assim, dentre os conteúdos prescritos nessa disciplina, os conhecimentos acerca dos grupos sanguíneos evidenciam ampla importância biológica e médica. Para Fonseca (2018), seus estudos perpassam por temas como compatibilidade, cruzamentos e questões ligadas à hereditariedade, o que torna favorável o pensamento científico e a contextualização frente aos acontecimentos diários dos estudantes e possibilita as relações individuais e em sociedade.

Vieira (2013) observa que os docentes têm desenvolvido o ensino desse conteúdo baseado, massivamente, em conceitos existentes nos livros didáticos. O autor questiona essa prática como prioritária no contexto do ensino de Genética, visto que, comumente, os livros didáticos abordam temáticas resumidas e simplificadas, tornam as informações incompletas, e

assim, pouco contribuem para a aquisição significativa de conhecimentos pelos estudantes na referida área.

Dessa forma, não há aplicação satisfatória quanto ao planejamento de atividades que fomentem o desenvolvimento do pensamento lógico, bem como a habilidade de argumentar e a interação com o conteúdo abordado, quando se restringe o ensino a um método descritivo e memorativo de aprendizagem.

Neste sentido, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1980), pode proporcionar o uso de estratégias didáticas que possibilitem ao aluno interagir o conteúdo apreendido em sala de aula com elementos presentes em sua estrutura cognitiva, permitindo a reflexão e a compreensão efetiva dos conteúdos, sem a necessidade da mecanização do processo.

Nessa conjuntura, professores preparados com produções e atos pedagógicos diferenciados podem atrair a atenção e apreensão dos alunos. Assim, quando o professor sabe estimular o potencial de cada discente, é possível tornar a sala de aula prazerosa e proporcionar uma aprendizagem com mais significado lógico e conceitual.

Nesse contexto, vislumbra-se que, a utilização de jogos digitais para o ensino dos sistemas sanguíneos pode representar uma ferramenta pedagógica eficiente para o fazer docente e se configurar como uma ação inovadora e motivadora. Para Freire (2009), a produção de jogos em Genética pode caracterizar práticas motivadoras que corroboram para a compreensão dos conceitos e a mobilização dos estudantes no desenvolvimento das atividades. Esse instrumento pedagógico, quando construído pelos próprios estudantes, potencializa a aprendizagem, uma vez que, a atitude autônoma na construção do próprio conhecimento propicia o desenvolvimento humano pleno.

Esse aspecto do ensino, que corrobora para a formação omnilateral do indivíduo, conforma-se adequadamente à Educação Profissional em atenção ao seu caráter integral. Dessa forma, seu papel excede o de apenas preparar o profissional para o mercado de trabalho ou capacitá-lo para o ensino superior. É, na verdade, uma concepção que compreende que a educação deve garantir o desenvolvimento multidimensional dos sujeitos, incluindo os aspectos intelectual, físico, emocional, social e cultural (CIAVATTA e RAMOS, 2011).

Face à proposta elaborada para a realização desta pesquisa, há possibilidades de proporcionar subsídios para o aperfeiçoamento de metodologias de educadores para os conteúdos de genética que sejam capazes de atrair a atenção, estimular a apreensão dos alunos e apropriação desses assuntos abordados na escola, potencializando a autonomia na

construção dos saberes e favorecendo um processo de ensino e aprendizagem de maneira mais eficaz, sobretudo nos conhecimentos de sistemas sanguíneos.

Na intenção de propiciar uma melhor compreensão dos conceitos mais específicos da área da Genética por parte de leitores de outras áreas de formação, as terminologias mais peculiares dessa disciplina, mencionadas neste relatório, foram registradas e definidas em um glossário, disposto no apêndice A.

### **1.1 Justificativa**

Na área Educacional, é incontestável que as experiências pedagógicas conteudistas são pouco eficientes na aprendizagem dos alunos. Essas práticas consistem em pouca interação na relação professor-aluno, não propiciam consistência cognitiva sobre a construção de conhecimento e são, portanto, predominantemente baseadas em discursos e exposição de aulas monológicas. Ademais, frente aos escassos recursos didáticos disponíveis para o exercício da docência, o livro didático torna-se o meio mais usual, contribuindo com a aprendizagem automática.

Diante desse contexto, a motivação em contribuir com um estudo amplificado e que corresponda às reais necessidades de aprendizagem no âmbito escolar surge primordialmente de uma experiência pessoal, enquanto docente, pelo anseio por mudanças e inovações metodológicas que superassem as tradicionais práticas de ensino, visto que, as inúmeras dificuldades apresentadas pelos estudantes, especificamente na área da Genética, eram recorrentes. Assim, é importante compreender que o processo da construção do saber não consiste em transmissão de conhecimentos, pois não é mecânico, não pode se manifestar pela figura de um professor autoritário que transmite o conteúdo de forma pronta e acabada e que inibe o aluno de expor suas ideias, reflexões e pensamentos. É, na verdade, um movimento muito mais dinâmico e baseado em um compartilhamento mútuo e contínuo de conhecimento entre educador e educando.

Freire (2018) define a educação tradicional como o método de educação bancária, em que os alunos se tornam depositários das informações transmitidas pelos professores e, nesse caso, mantêm-se inertes ao processo de ensino, não desenvolvendo sua criatividade e seu senso crítico, habilidades fundamentais no processo de desenvolvimento da formação do ser.

Na tentativa de contrapor o modelo de ensino convencional, o termo aprendizagem significativa tem sido amplamente disseminado no meio educacional, contudo, sua apropriação é meramente superficial, de forma que qualquer ato pedagógico é dito que tenha

um viés para tal aprendizagem. A terminologia pode ser considerada como trivial, caso não seja considerada à luz da teoria ausubeliana. Dessa forma, na busca por práticas metodológicas realmente eficientes para o ensino de Genética, a TAS orienta um direcionamento preciso de como o aluno aprende e demonstra, de acordo com referenciais da literatura, resultados positivos, pois há uma nítida mudança na evolução conceitual dos estudantes que pode colaborar para que eles se tornem participativos e protagonistas na dinâmica de aprendizagem, resultando em maior autonomia, contrariando a ação intelectual exclusiva do educador.

O cerne da teoria baseia-se no uso de metodologias que permitem ao discente não só a manifestação de seus conhecimentos prévios, mas a expressão de suas preocupações, vontades e atitudes vivenciadas, resultando na formação de indivíduos que possam atuar na sociedade e meio em que vivem de forma ativa e crítica. Nesse aspecto, a integração das tecnologias no ambiente escolar é uma importante estratégia pedagógica, e a construção de jogos digitais pelos próprios estudantes, tendo como base a Teoria de David Ausubel, pode potencializar a aprendizagem, tornando as aulas mais interessantes, motivadoras e produtivas, de forma a propiciar ao aluno maior capacidade de relacionar o conteúdo com o seu dia a dia.

Tendo em vista que para o ensino de conceitos de Genética, particularmente para o conteúdo sistemas sanguíneos, são necessários conhecimentos sobre diversos conteúdos biológicos que exigem do estudante características como abstração, imaginação e paciência, a criação de jogos digitais pode ser organizada pelo professor como um material potencialmente significativo da aprendizagem. Nessa configuração, a TAS destaca a importância na aplicação dessas ferramentas na tentativa de promover a ressignificação do espaço escolar, contribuindo para que os estudantes possam fazer relações com as suas próprias experiências e suscitar a compreensão dos mesmos sobre os conhecimentos que circulam fora da escola.

## **1.2 Definição do Problema**

O método tradicional propõe ações desenvolvidas em sala que normalmente não oportunizam relações com sua aplicabilidade na prática, por essa razão, essa descontextualização é também favorecida pela fragmentação dos conteúdos, mantendo-os somente no campo da memorização e repetição por parte dos discentes, tornando as aulas desarticuladas do contexto dos estudantes e minimizando a viabilidade de aplicação dos conceitos.

Neste modelo, o professor como centro de todo o processo de ensino torna o aluno um sujeito passivo e reprodutor do conteúdo transmitido, não estimulando o envolvimento do estudante, bem como a interação entre eles, como resultado, os alunos se tornam meros espectadores da aula. A aplicabilidade desse método, para Araújo e Gusmão (2017), torna o ensino de Genética ainda mais desfavorável, pois essa disciplina caracteriza-se por apresentar termos específicos da área e conceitos de difícil visualização e, portanto, difícil entendimento, sem o aproveitamento dos elementos na sua realidade local.

Silva (2014) afirma que por abordar temas atuais e complexos, a Genética se configura como uma das áreas de maior dificuldade de compreensão. Para Belmiro e Barros (2017), essas dificuldades de assimilação podem ser resultado da descontinuidade da organização desses conteúdos ao longo do ensino médio. A preocupação exclusiva com a sequência do livro didático contribui para aulas exaustivas e desestimulantes, o que torna imprescindível a realização de práticas pedagógicas que promovam aulas dinâmicas e atrativas, capazes de despertar o interesse e o envolvimento dos estudantes frente aos saberes dessa subárea da Biologia (BARNI, 2010).

O ensino de Genética pode desenvolver saberes de raciocínio lógico-matemático ao utilizar cálculos de probabilidades e montagem de heredogramas, assim como estabelecer as relações com a biologia evolutiva (FREIRE, 2009). O estudo da subunidade sistemas sanguíneos deveria, portanto, suscitar a curiosidade e interesse dos estudantes, uma vez que “permite que o aluno conheça a importância de uma análise prévia do material sanguíneo e os cuidados em se identificar a tipagem do sangue e sua relação com a incompatibilidade sanguínea” (PINHEIRO; COSTA; SILVA, 2013, p.3). Consequentemente, a falta de base científica dos estudantes relacionadas às doações e herança sanguínea pode comprometer aspectos relacionados à saúde e o entendimento acerca da hereditariedade (SOUSA, 2010).

Nesse contexto, o ambiente escolar torna-se desestimulante e acarreta o desinteresse dos estudantes, fato que não colabora com o processo de ensino-aprendizagem. Esses fatores apresentam grande relevância, uma vez que corroboram para o fracasso escolar de forma considerável, tornando-se necessário o repensar sobre as metodologias empregadas em sala de aula, com o escopo de alcançar novas técnicas que favoreçam uma aprendizagem significativa.

Diante da problemática relatada, essa pesquisa permite, como aspecto central, a seguinte questão: A construção de jogos digitais pode ser uma estratégia metodológica capaz de contribuir para a aprendizagem significativa de conceitos de sistemas sanguíneos para os estudantes? Todavia, outras indagações congruentes para nortear sua construção são



pertinentes, tais como: Quais as principais dificuldades de aprendizagem no conteúdo de sistemas sanguíneos? Como tornar o ensino de Genética um processo reflexivo para os estudantes? Como estimular o interesse e a participação dos estudantes nas aulas de Genética?

### **1.3 Objetivos da Pesquisa**

Com intuito de responder a problemática mencionada e com vistas a buscar o direcionamento para o percurso da pesquisa a ser seguido, elencam-se os objetivos abaixo:

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Analisar as contribuições da construção de uma sequência didática com ênfase na produção de jogos digitais para a aprendizagem de conceitos de Genética, subunidade sistemas sanguíneos.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Investigar a evolução conceitual de conceitos de Genética dos estudantes pesquisados;

Investigar as potencialidades das contribuições dos Jogos Digitais em Genética quando elaborados e construídos pelos próprios estudantes;

Analisar a eficácia do mapeamento conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem e de análise da organização conceitual em Genética junto aos educandos pesquisados; e

Desenvolver e testar uma proposta de sequência didática que favoreça o desenvolvimento das práticas docentes aplicadas ao ensino de Genética dos sistemas sanguíneos.

### **1.4 Estrutura da Dissertação**

Este relatório de dissertação está estruturado em seis capítulos. Em cada capítulo, assim como nas seções seguintes, compõe-se uma parte introdutória que contempla um parâmetro com o efeito de retratar as principais abordagens versadas nos temas percorridos.

O *Capítulo 1* perpassou pela introdução, as motivações pessoais e os objetivos propostos com a realização desta pesquisa.

Assim, o *Capítulo 2* demonstra, por meio da Fundamentação Teórica, os pressupostos elaborados por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003) acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa. O tópico também apresenta contribuições de outros autores desta teoria, como Novak e Cañas (2010), Novak (2011) e Moreira (1986; 2006; 2008; 2011a; 2011b; 2012a; 2012b; 2012-2013; 2013 e 2018). Ressaltam-se no capítulo, também, a elaboração e criação dos jogos digitais para a aquisição dos conhecimentos dos conteúdos de sistemas sanguíneos, bem como o desenvolvimento de diversas habilidades dos educandos frente ao exercício da autonomia em sala de aula.

Os Procedimentos Metodológicos estão demonstrados no *capítulo 3*, com o delineamento específico do estudo, abordando o contexto da pesquisa, os sujeitos participantes, o cronograma elaborado da sequência didática e os instrumentos utilizados para coleta de dados.

O *capítulo 4* apresenta os Resultados e Análises que foram obtidos por meio dos instrumentos e Técnicas de Análises dos dados.

O *capítulo 5* contém a descrição detalhada da sequência didática aplicada e que ao final do processo de intervenção originou o produto educacional.

O *capítulo 6* apresenta as Considerações Finais na realização da presente pesquisa com a aplicabilidade de metodologias fundamentadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como uma proposta norteadora para os docentes da disciplina de Genética na Educação Profissional e que possibilite a participação do estudante no processo de construção do próprio conhecimento a partir do desenvolvimento de Jogos Digitais. As Aspirações Futuras acerca da possibilidade da continuidade do trabalho também estão inseridas nesse capítulo.

## CAPÍTULO 2

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem por finalidade apresentar como base teórica os conceitos gerais da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003) e a extensão de seus pressupostos elaborados e reiterados por Novak e Cañas (2010); Novak (2011) e Moreira (1986; 2006; 2008; 2011a; 2011b; 2012a; 2012b; 2012-2013; 2013 e 2018). Cabe, ainda, demonstrar a relevância da utilização dos fundamentos da TAS para a aprendizagem de conceitos da disciplina de Genética por meio do protagonismo juvenil na elaboração e criação de jogos digitais.

#### 2.1 Pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa

##### 2.1.1 Aspectos Gerais da Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa (TAS) é descrita em uma perspectiva construtivista e cognitivista, ou seja, se preocupa com os mecanismos internos da mente em contraste com o behaviorismo evidenciado pelos processos de estímulo e reforço. Moreira (2018) afirma que, o enfoque principal da teoria está na aprendizagem cognitiva, ideia fundamentada na existência de uma estrutura responsável pelo armazenamento e organização das informações denominada de estrutura cognitiva.

A proposta da teoria ausubeliana é extremamente relevante, pois propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem do indivíduo. Sendo assim, baseia-se na ideia de que a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos, cujo princípio norteador respalda-se na relação estabelecida entre as novas informações e os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do educando, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Exatamente por essa complexidade que congrega uma sala de aula, a simples transferência de conteúdo torna-se um gesto técnico e mecânico. Moreira (2011b; 2013) define aprendizagem mecânica ou automática nas novas informações que interagem pouco ou não interagem com os conceitos da estrutura cognitiva, dessa forma, o aluno somente

conseguirá utilizar essa informação no contexto ao qual lhe foi apresentada. Como os novos conhecimentos são desconexos e possuem pouco ou nenhum sentido para o aluno são retidos na memória por um curto período de tempo.

Ausubel (2003) afirma que apesar da memorização estar vinculada ao aspecto cognitivo a relação estabelecida é arbitrária e literal, enquanto que na aprendizagem significativa as novas informações aprendidas se conectam com alguns conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. Dessa forma, a relação formada é exatamente oposta, não arbitrária e não literal.

Ainda assim, o autor defende a aprendizagem mecânica em situações em que os conteúdos apresentados são desconhecidos pelos estudantes, mas que deve progressivamente tornar-se significativa. Nesse contexto, a relação binária postulada por Ausubel entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica apresenta-se em dois extremos de um *continuum* e dependentes das condições em que se estabelece a aprendizagem. Portanto, a contribuição da teoria ausubeliana é significativa para o ambiente escolar, potencialmente importante ao considerar como foco a Educação Profissional, tendo em vista, a proposta de proporcionar o desenvolvimento omnilateral do ser humano.

Silva e Navarro (2012) afirmam que o professor deve sempre considerar que o aluno é um ser complexo capaz de expor suas opiniões e senso crítico, atuando, assim, como um ser pensante utilizando suas habilidades e competências em sala de aula, não sendo apenas um armazenador dos conteúdos aplicados. Neste sentido, Ausubel ressalta a importância do docente em investigar o que o estudante já conhece sobre determinado assunto que deseja ensinar.

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137).

Nesta perspectiva, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos educandos, processo cognitivo que é dependente das ações de mediação do educador. Alegro (2008) discorre sobre o imperativo que permeia os trabalhos de Ausubel, em não considerar o estudante pelo conhecimento que lhe falta, mas valorizar os elementos presentes em sua estrutura cognitiva.

Desta maneira, é incumbência do professor considerar as experiências vivenciadas por seus alunos e torná-las parte do processo de aprendizagem, o que resulta na coparticipação e

aprofundamento dos conhecimentos e aprendizagens, permeando na sala de aula uma relação de cooperação, de respeito e de crescimento. Sob essas circunstâncias, portanto, a TAS foi planejada para o contexto escolar.

A aprendizagem significativa compreende, portanto, a aquisição de novos significados ligados a conceitos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominados subsunçores. Moreira (2018, p. 161) descreve que aprendizagem significativa na Teoria de Ausubel:

É um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo[...] Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual [...] este processo de “ancoragem” da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor (MOREIRA, 2018, p. 161).

Outra condição para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja conceitualmente claro, portanto, relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.

Entretanto, em situações que o conteúdo apresentado é totalmente novo para o aprendiz, surge a necessidade de utilizar um recurso quando não há subsunçores, denominado organizadores prévios, que se constituem na introdução de materiais potencialmente significativos demonstrados antes do conteúdo de interesse, no intuito de fornecer um ancoradouro provisório e favorecer a ocorrência da aprendizagem significativa.

A outra condição preponderante que oportuniza a aprendizagem significativa, mencionada por Ausubel e relatada por Moreira (2018), é a disposição do aprendiz para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material à sua estrutura cognitiva. Sendo assim, essas condições relatadas estabelecem dependências intrínsecas entre si.

Esta condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo (MOREIRA, 2018, p. 164).

O processo de aprendizagem é bastante complexo, e consiste em um conjunto de comportamentos, interesses e valores, mais especificamente refere-se ao desenvolvimento de

habilidades e atitudes em decorrência de experiências educativas (GIL, 1997). Sendo assim, o cerne da proposta elaborada por Ausubel é justamente considerar e saber utilizar o conjunto de conhecimentos denominados de estrutura cognitiva, que o aluno traz consigo. Por essa razão, o professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva.

### 2.1.2 Classificação dos Tipos e Formas de Aprendizagem

Embora Ausubel classifique a aprendizagem de forma sistemática, admite que esse processo de formação e estruturação de conceitos ocorre progressivamente e dependente do compartilhamento de conceitos comuns proveniente de aspectos culturais e principalmente das percepções próprias de cada indivíduo (idiossincrático). Sendo assim, o autor subdivide a aprendizagem significativa em três tipos conforme especificados no texto abaixo:

O tipo mais básico do modelo da aprendizagem humana é a *aprendizagem representacional*, do qual as outras aprendizagens resultam. É a aprendizagem que envolve a associação dos significados aos símbolos e suas representações e está próxima da automática, normalmente utilizada nas primeiras etapas do desenvolvimento infantil, em que a criança, para identificar um objeto, relaciona o conceito a um símbolo específico ou um adulto frente à aprendizagem de um conteúdo totalmente novo.

Pode-se afirmar que a aprendizagem dos conceitos ou *aprendizagem conceitual* é uma extensão da aprendizagem representacional, porém mais avançada. Portanto, para que esse tipo de aprendizagem se estabeleça são necessários conhecimentos prévios adquiridos por meio da aprendizagem representacional, o que demarca a interdependência entre elas. De maneira genérica e abstrata, as relações estabelecidas envolvem os significados dos conceitos (palavras, sentenças, proposições).

A *aprendizagem proposicional* é o inverso da representacional, representa o tipo mais complexo de aprendizagem significativa, pois não consiste meramente no aprendizado do significado das palavras isoladas ou combinadas. Todavia, compreende os significados de ideias expressas por proposições (grupos de palavras). Essa etapa corresponde à formação de novos conhecimentos, para tanto é necessário o conhecimento das aprendizagens mencionadas anteriormente.

A relação que a nova informação estabelece com as ideias existentes na estrutura cognitiva do sujeito produz uma modificação tanto na informação recente como nos subsunçores. Sendo assim, quanto às formas, a aprendizagem significativa pode ser

Subordinada, Superordenada ou Combinatória (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003).

*Aprendizagem Subordinada* é também nomeada de Aprendizagem por Subsunção e verifica-se sua ocorrência na aprendizagem conceitual e proposicional. É, portanto, a forma de aprendizagem de maior incidência. Obedece a tendência de organização hierárquica da estrutura cognitiva quanto ao nível de generalização das ideias, e por essa razão, as informações aprendidas são retidas por tempo prolongado, ou seja, é justamente a forma de aprendizagem que deve ser considerada em sala de aula. Decorre à medida que o sujeito apresenta elementos com sentidos mais gerais capazes de interagir de forma significativa com o novo conhecimento com significados mais específicos que será apresentado, ou seja, os subsunçores podem ancorar os novos conceitos.

Nesse contexto, os conceitos presentes no novo material a ser apresentado ficam subordinados aos conceitos subsunçores, estes serão reestruturados com a nova informação assimilada, como resultado a estrutura cognitiva se mantém organizada hierarquicamente.

A *Aprendizagem Subordinada Derivativa* se manifesta quando o novo material constitui algum conceito ou proposição presente na estrutura cognitiva, ou seja, a nova informação exemplifica o conhecimento prévio do indivíduo, nessas condições, a relação é rapidamente assimilada. Na *Aprendizagem Subordinada Correlativa* o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições aprendidas anteriormente e apesar do produto incorporado interagir com os elementos previamente presentes na estrutura cognitiva, seu sentido não está evidente e não pode ser representado adequadamente por esses subsunçores.

*Aprendizagem Superordenada* é uma forma de aprendizagem que se manifesta comumente na Aprendizagem Conceitual e ocorre quando os conceitos do novo material a ser aprendido apresentam um nível de generalidade maior e por isso passam a subordinar os elementos preexistentes na memória cognitiva do estudante, interação que proporciona o surgimento de várias outras ideias.

No caso da *Aprendizagem Combinatória*, o novo produto não estabelece relação subordinada ou superordenada com os conhecimentos prévios do estudante. Sob essa circunstância, o novo material é incapaz de subordinar ou ser subordinado pelo subsunçor, condição específica para concepção de determinadas ideias. Consistem, portanto, em combinações de ideias amplas previamente aprendidas que se relacionam de forma não arbitrária à estrutura cognitiva do aluno como um todo, e não a conceitos específicos como

ocorre nas aprendizagens subordinadas ou superordenadas, porém quando bem delineadas apresentam a mesma eficácia.

Portanto, constitui-se em um tipo mais complexo e habitualmente presente em muitos casos de aprendizagem de novos conceitos ou novas proposições. Para o Ensino de Genética pode-se exemplificar como aprendizagem combinatória as relações entre estrutura genética e variabilidade e também os conceitos entre fenótipo e genótipo.

### 2.1.3. Processos envolvidos na Aprendizagem Significativa

Ausubel descreve a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa como dois importantes processos intrinsecamente relacionados à organização da estrutura cognitiva para ocorrência da aprendizagem significativa e que servem de parâmetro para a elaboração do planejamento da sequência curricular.

A *Diferenciação progressiva* de conceitos ou proposições relaciona-se à Aprendizagem Subordinada, é o processo envolvido na maioria dos casos de aprendizagem significativa e propaga que as ideias e conceitos mais gerais e mais inclusivos devem ser apresentados no início do processo de ensino e aprendizagem, o que permite que os estudantes visualizem os conteúdos de maneira ampla e paulatinamente tornem-se mais abrangentes e complexos. Essa organização hierárquica acompanha a própria hierarquia da estrutura cognitiva, isso possibilita aos subsunçores com elementos mais amplos e relevantes a ancoragem do novo material, de forma a proporcionar a aprendizagem significativa. Esse processo permite a ressignificação de subsunçores utilizados em sucessivas ancoragens dos novos conhecimentos apresentados e que progressivamente fiquem mais elaborados e diferenciados, sendo eficazes na finalidade de esteio de novas aprendizagens (MOREIRA, 2012b).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a *reconciliação integradora ou integrativa* precede a diferenciação progressiva e consiste no resultado da recombinação de produtos já existentes na estrutura cognitiva a partir de suas relações com o novo conteúdo abordado, ou seja, os conceitos ou as proposições aprendidas são reorganizados e os novos significados são integrados à estrutura cognitiva.

Esse processo está relacionado à Aprendizagem Superordenada ou Combinatória e consideram o papel do professor mediador e a expertise na área de atuação como fatores fundamentais para sanar os conflitos entre conceitos e proposições gerados no curso desse processo. Dessa forma, o ensino expositivo é um meio facilitador para a ocorrência da



reconciliação integradora (AUSUBEL, 2003), esta, que também decorre dos processos interativos no contexto de sala de aula.

Diante do exposto, é importante que o material apresentado ao aluno demonstre as relações existentes entre as proposições e conceitos e enfoque as principais similaridades e diferenças apresentadas, além de reconciliar inconsistências reais ou aparentes (MOREIRA, 2011a).

#### 2.1.4 Organizadores Prévios

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) descrevem a necessidade de materiais relevantes e que apresentem conteúdo claro, denominados organizadores prévios, com intuito de potencializar a estrutura cognitiva do estudante e que devem ser apresentados antes do conteúdo de interesse. Dessa maneira, esses materiais introdutórios são favoráveis na disposição significativa para aprendizagem e à medida que são utilizados permitem que o aluno reconheça elementos do novo material e relacione com os conhecimentos relevantes da estrutura cognitiva preexistente.

Os organizadores prévios, portanto, suprem a falta de conhecimentos essenciais que os estudantes deveriam possuir para a ocorrência dessas interações. Por essa razão, funcionam como pontes cognitivas e contribuem de maneira considerável para a aprendizagem significativa, constituindo-se em um ancoradouro provisório. Todavia, o critério imprescindível para a apresentação desse material antecipatório é possuir um caráter de maior abstração, generalização e inclusividade quando comparados ao material que se pretende ensinar.

O organizador avançado, também nominado por Ausubel (2003), ao conectar os conhecimentos prévios dos aprendizes ao novo material de instrução, adquirem um caráter mediador e se tornam potencialmente eficazes em decorrência das ideias relevantes presentes na estrutura cognitiva dos estudantes possuírem um alto nível de generalidade e não poderem, desse modo, ancorar as novas ideias introduzidas.

Diante do exposto, é possível afirmar que, a utilização dos organizadores antecipatórios, em muitos casos, consiste na primeira etapa para promover aprendizagem significativa. Assim, para proporcionar a possibilidade do aluno relacionar o conteúdo de sistemas sanguíneos, por exemplo, com as situações do seu cotidiano, o professor pode empregar um filme, um texto, um registro fotográfico, uma imagem, uma dramatização ou mesmo uma aula expositiva nesse contexto de maneira mais inclusiva e abstrata para

aproximá-lo da sua realidade. Essa ação permite que o aluno vislumbre primeiramente os conteúdos com suas ideias mais amplas e gerais dos conceitos no âmbito escolar.

Moreira (2013, p. 15) afirma que os organizadores prévios podem constituir-se em atividades diversificadas e exemplifica “uma introdução, uma atividade em pequenos grupos, uma analogia, uma imagem, uma simulação, um mapa conceitual”, porém alerta que sua utilização pode não abarcar o universo de aprendizes e recomenda a aprendizagem mecânica para a obtenção do conhecimento necessário e progressivamente evoluir para a aprendizagem significativa.

Moreira (2008 p. 3), afirma que organizadores possuem especificidades tais como:

- 1 - Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 - Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 - Prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham, em melhor destaque, o conteúdo específico do novo material.

Esses instrumentos, por sua vez, podem ser classificados de acordo com o nível de proximidade do assunto apresentado aos conhecimentos presentes na memória cognitiva dos estudantes. Assim o organizador expositivo será utilizado quando o material a ser aprendido for pouco familiar, e com isso, estabelecem uma relação de superordenação com o assunto proposto, enquanto que o organizador comparativo é indicado quando o material apresentado é relativamente familiar. Neste sentido, as semelhanças e diferenças entre os conhecimentos prévios e a nova informação serão enfocadas. Essa identificação prévia é de suma importância, pois visa por meio de uma visão mais abrangente do conteúdo alcançar a aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

O uso de organizadores prévios dá-se frequentemente quando o sujeito dispuser de subsunçores insuficientemente adequados ou não apresentarem subsunçores capazes de efetivar a ancoragem de novas aprendizagens. Porém, na situação em que os subsunçores são adequados, Moreira (2012-2013) destaca a importância de conduzir o aluno a perceber as relações existentes entre os conceitos recém-apresentados com os seus conhecimentos prévios, pois dificilmente os estudantes conseguem vislumbrar essas conexões.

Nessa constatação, os organizadores também se tornam recursos potenciais no contexto escolar na proporção em que auxiliam o aprendiz a compreender que os novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia.

### 2.1.5 Mapas Conceituais

A teoria do mapeamento conceitual foi desenvolvida no período de 1970 por Joseph Novak com o propósito de compreender os conceitos científicos internalizados pelas crianças. Embora não seja mencionada nos estudos de Ausubel, sua concepção está fundamentada nos pressupostos de teoria da aprendizagem significativa (NOVAK e CAÑAS, 2010).

Os autores supracitados, ao descreverem a organização estrutural dos mapas conceituais, afirmam que os mesmos estão constituídos por conceitos distribuídos hierarquicamente, em que elementos mais gerais e inclusivos apresentam-se na extremidade do mapa e os elementos mais específicos permanecem em sua base. A relação estabelecida entre os conceitos está especificada por palavras ou frases de ligação sobre linhas que demarcam essa associação, exemplos ou objetos também podem compor um mapa conceitual para atribuir um significado específico ao conceito.

A construção da estrutura dos mapas conceituais (MC's) reflete a teoria de David Ausubel e explicitam os princípios da diferenciação progressiva, ao demonstrarem a mesma tendência de organização hierárquica da estrutura cognitiva, assim como a reconciliação integrativa, a partir das relações entre os conceitos e proposições e o enfoque em suas principais diferenças e similaridades. Todavia, a estruturação do MC deve demonstrar de forma precisa os conceitos principais e secundários ou específicos (MOREIRA, 2013).

Sendo assim, essas formações bem peculiares presentes em MC's, como as relações existentes entre conceitos de diferentes segmentos sinalizados pelos *cross links* ou ligações cruzadas, permitem demonstrar um alto nível de desempenho na elaboração dessas ferramentas gráficas e traz a possibilidade de comparar as similaridades entre conceitos de domínio diferentes (NOVAK e CAÑAS, 2010).

A estrutura que compõe o mapa conceitual possibilita uma variedade de atribuições pertinentes para sua utilização e que favorecem o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, essas ferramentas gráficas possuem um alto potencial para facilitar a aprendizagem significativa e a relevância enquanto instrumentos pedagógicos fundamenta-se na teoria construtivista. Nessa perspectiva, o processo está centrado no aluno, que participa ativamente na construção do próprio conhecimento frente à oportunidade de compartilhar e consolidar seus saberes a partir das experiências em sala.

Souza (2017) reitera que a aprendizagem significativa ocorre à medida que o aprendiz é transportado a uma esfera de agente do conhecimento. Esse processo é resultado da habilidade do aprendiz em estabelecer conexões do tema abordado em sala de aula com os

conhecimentos relevantes que já possui, esse contexto de aprendizagem é favorecido por meio de MC que permite um ensino personalizado, individual e com atribuições de significados únicos para cada educando.

Moreira (2012b) afirma que o estudante, ao elaborar um mapa de conceitos, expressa suas próprias percepções e isso torna essa ferramenta didática extremamente pessoal. Nesse aspecto, o mesmo conteúdo abordado em sala de aula pode apresentar-se em mapas construídos de diferentes maneiras. Tendo em vista essas informações, é importante que o professor compreenda que não existe um mapa correto ou errado, contudo o que deve ser analisado precisamente são as evidências expressas por meio dos conceitos e as relações demonstradas entre eles.

Todavia, o sucesso na utilização de mapas conceituais para o alcance da aprendizagem significativa depende do pleno conhecimento da técnica formulada pelas suas fundamentações teóricas para que esse recurso não se restrinja a promover uma mera aprendizagem automática (MENDONÇA e MOREIRA, 2012b).

Moreira (2011a) relata que a teoria humanista de Novak compreende no processo educativo uma experiência afetiva e relaciona os sentimentos positivos adquiridos a partir da assimilação dos conteúdos no percurso educacional com um dos requisitos para a aprendizagem significativa, a predisposição do aluno em aprender, conforme a proposta de Ausubel. Sendo assim, Palmero *et al* (2008) acentuam que o simples manuseio de instrumentos facilitadores, como a elaboração de mapas conceituais, não promove a aprendizagem significativa, mas podem, contudo, facilitar ou melhorar o processo de transformação pessoal e idiossincrática do significado lógico em significado psicológico.

Assim, ao considerar a constante reorganização da estrutura cognitiva, contata-se que os mapas conceituais também não são produtos acabados ou autoexplicativos, apenas apontam os conteúdos trabalhados naquele período de tempo e merecem a elucidação do construtor, porém a cada nova assimilação é possível reelaborar o mapa conceitual inserindo os novos conceitos internalizados (PALMERO *et al*, 2008; MOREIRA, 2012b).

MC's em situações de ensino são utilizados habitualmente com o propósito de propiciar a externalização dos conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitar, dessa forma, o levantamento de um diagnóstico conceitual antes da introdução do conteúdo. Essa identificação permite elaborar uma sequência adequada do tema a partir da diferenciação progressiva dos conteúdos e, posteriormente, a aplicação de um novo mapa para constatar a ocorrência da aprendizagem significativa.

Moreira (1986, p. 25) salienta que os MC's são instrumentos eficientes para a aprendizagem de conceitos e afirma que:

São recursos flexíveis, dinâmicos, utilizáveis em qualquer sala de aula (ou laboratório), cuja maior vantagem pode estar exatamente no fato de enfatizarem o ensino e a aprendizagem de conceitos, algo que muitas vezes fica perdido em meio a uma grande quantidade de informações e fórmulas. Sem concepções claras, precisas, diferenciadas, as informações e fórmulas não têm significado algum. Mesmo as experiências de laboratório que carecem de fundamentação conceitual não passam de simples manipulação de objetos (MOREIRA, 1986, p. 25).

Assim, dentre a ampla diversidade no uso dos MC's como instrumentos didáticos, a organização conceitual de uma única aula, uma unidade de estudo ou toda a matéria representada por essas ferramentas podem ser eficazes para a melhor compreensão do que está sendo ensinado no intuito de convertê-los em conteúdos significativos para o aluno. Diante disso, destaca-se que a aprendizagem de conceitos pode ser enriquecida por meio das relações de subordinação e superordenação evidenciadas no MC (MOREIRA, 2006).

Moraes (2005) afirma que, os MC's atuam como subsídio nas tarefas docentes e elenca algumas atribuições fundamentais por meio da sua utilização: No ensino de um novo tópico, tornando perceptíveis as principais ideias e as relações existentes entre elas; para intensificar a compreensão, tendo em vista que a exposição de ideias amostradas no MC reforçam os conceitos aprendidos e maximiza a aprendizagem; como instrumento de avaliação da aprendizagem, sendo possível a verificação de conceitos não assimilados ou mal compreendidos; uma ferramenta para detecção de possíveis anormalidades cognitivas e psicológicas dos alunos e por fim, como recursos de aprendizagem, para a formação de hábitos de estudo do aluno.

Moreira (2012b) afirma que, na medida em que os alunos utilizam MC's com frequência para organizar seus estudos e verificar a compreensão dos conceitos abordados na aula, eles se tornam um importante recurso de aprendizagem e salienta que a técnica, ao buscar representar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos, se distancia efetivamente do método tradicional.

Cabe reiterar que, em todas essas situações, MC's são ferramentas em potenciais para compartilhamento de seus significados. Neste sentido, Novak (2011) reconhece a importância do professor na sala de aula na figura também de aprendiz e que “negocia conceitos” com seus alunos, uma relação complexa e fundamental para o processo de aprendizagem.

## **2.2 A Relevância do Ensino de Genética e a abordagem do conteúdo de Sistemas Sanguíneos**

O ensino de Biologia presente no ensino médio consiste em uma importante ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de habilidades e competências dos educandos, como proporcionar a consciência e atitudes de valorização à vida. Trata-se de uma área de conhecimento que permite um profundo dinamismo e a contextualização dos diversos temas por ela abordados, dessa forma, caracteriza-se como um ramo da ciência em constantes descobertas. Seu conteúdo relaciona-se ao conhecimento relativo aos seres vivos e suas interações com o meio físico-químico, procurando compreender e valorizar tanto os mecanismos que regulam as atividades vitais que neles ocorrem quanto os mecanismos evolutivos das espécies.

O ensino de Biologia é essencial para o processo de formação do indivíduo, o estudo da vida em todos os aspectos torna-se evidente no contexto escolar e, assim, deve contribuir para a compreensão dos processos biológicos e suas relações com o meio, o que resulta em importância no meio social e científico. Segundo Machado (2012), a disciplina desempenha práticas para a melhoria na qualidade de vida, em espaços formais e não formais, contemplando desde saúde às problemáticas ambientais, até as inovações tecnológicas desenvolvidas no campo da Genética e da biotecnologia.

Assim, os conteúdos expressos na disciplina de Biologia se associam e se complementam continuamente. Os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) tratam o tema material genético, sua estrutura e composição, os processos de síntese proteica envolvidos nas características do indivíduo e a reprodução celular como fundamento para o ensino de genética, e por consequência, esses conhecimentos embasam a importância na evolução dos acontecimentos biotecnológicos direcionados à manipulação do DNA. Concomitante a essas necessidades, as noções de probabilidade, análise combinatória e bioquímica suscitam um caráter interdisciplinar, imprescindível para a compreensão dos conceitos e conteúdos de hereditariedade (BRASIL, 2000).

Diante do exposto, os subsunçores descritos por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) têm fundamental importância na consolidação dos conteúdos de Genética. Temp (2011) enfatiza que os estudos de DNA, genes, cromossomos e herança Genética são alguns conhecimentos âncoras que devem estar presentes na estrutura cognitiva do estudante e assim, servirão de apoio para as novas informações aplicadas no contexto da disciplina. Contudo a ausência desses subsunçores relevantes a novas informações na mesma área torna a

compreensão deficiente e a sequência dos conteúdos estará comprometida, logo a aprendizagem será meramente automática (MOREIRA, 2018).

Dessa forma, a Genética é um eixo da Biologia que merece destaque, extremamente importante e conforme especificado por Amabis e Martho (2010) é responsável pelo estudo da herança biológica, definida pela transmissão das características hereditárias de uma espécie ao longo das gerações. Segundo Casagrande (2006), a mídia enfoca com regularidade alguns saberes relacionados aos avanços da genética e proporcionalmente as perspectivas de aplicabilidade prática. Por essa razão, a escola tem um papel preponderante em promover a compreensão das informações veiculadas no cotidiano das pessoas, tornando-as capazes de discutir, refletir e posicionar-se frente às muitas vertentes que englobam esses temas.

Encontra-se nos PCNEM que, o aluno deve saber relacionar a evolução biotecnológica à manipulação do DNA, proporcionando a reflexão crítica dos aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos nesses processos biológicos tecnocientíficos, ampliando seus conhecimentos e seu correto posicionamento frente às situações propostas (BRASIL, 2000).

Diante dessa realidade, o ensino de Genética traz uma relevância à aprendizagem quando se contextualiza corretamente o termo, suas aplicações e fundamentações teóricas. Silva (2014) considera o ensino dessa disciplina necessário na formação de jovens conscientes e capazes de decidir sobre questões relacionadas à sua própria vida, contribuindo também para a compreensão de diferenças individuais. Para tanto, o conhecimento dos conteúdos deve proporcionar a compreensão da importância dessa disciplina e sua influência sobre a vida das pessoas (MACHADO, 2012).

Dentro dessa temática, os sistemas sanguíneos, subunidade de destaque dentro dos estudos da Genética, compreendem várias dimensões presentes no dia a dia dos estudantes que devem ser vislumbradas e seu estudo deve transportá-los do conhecimento empírico para a construção do conhecimento científico. Para Farias et al. (2015), o Sistema ABO apresenta conteúdos que se inter-relacionam, como sistema imune, tecido sanguíneo e por meio de problematizações abarca vários saberes.

...para a herança humana relacionada aos grupos sanguíneos A, B, O e AB, e sua relação com os processos de hemaglutinação, bem como com a compatibilidade e incompatibilidade de órgãos transplantados. Tais conhecimentos, quando bem trabalhados, podem ser de grande utilidade na vida cotidiana das pessoas, pois envolvem aspectos relacionados à genética, imunidade, saúde, fisiologia humana e questões sociais. Nesse ponto o conhecimento da genética humana se torna fundamental para um bom entendimento de como o funcionamento do corpo humano depende da interação de fatores muitas vezes desprezados pelo senso

comum, bem como para a compreensão de vários aspectos evolutivos ligados ao cotidiano e um melhor entendimento da imunologia aplicada (SOUZA, 2010, p. 18).

Diante desse contexto, esse assunto desperta a curiosidade dos estudantes, pois ao abordar os diferentes grupos sanguíneos, possibilita elucidar situações habituais e práticas da sua própria realidade, como as transfusões sanguíneas e os testes de paternidade. Em seu trabalho, Barni (2010) constata que o sistema sanguíneo ABO é um conteúdo considerado significativo e mais interessante pela maior proporção de estudantes. Portanto, na tentativa de potencializar a aprendizagem dos conteúdos de genética, é indispensável enfatizar que, o professor averigüe os conhecimentos prévios dos estudantes, permitindo as associações com as novas informações recebidas. Moraes (2005) informa que apesar dos intensos avanços tecnológicos e científicos, os alunos utilizam o conhecimento de suas experiências vivenciadas para responder as questões de seu cotidiano.

Todavia, a multiplicidade de conceitos que envolvem o sistema sanguíneo resulta em um ensino meramente convencional, fundamentado no método tradicional e centrado em teorias e conteúdos, o que gera uma aprendizagem mecânica e comumente dissociada do conhecimento prático. O corpo discente, por sua vez, torna-se desinteressado e desmotivado a aprender.

Neste contexto, Kuhn e Araújo (2011) afirmam que o professor deve saber conduzir as aulas de forma a utilizar o livro didático adequadamente, como fonte ilimitada de conhecimento, contribuindo para a busca por novos conhecimentos. Já autores como Silva (2014) e Leite (2004) afirmam que o livro didático é a principal ferramenta pedagógica utilizada na abordagem do ensino de Genética, mas por ser conteudista, distancia o aluno das possibilidades de vincular adequadamente os conceitos com suas experiências.

Essa prática pedagógica recorrente evidencia a preocupação na abordagem de Genética no ensino médio, restrita ao uso e definição de termos técnicos mencionados por vários autores. Silva (2014) e Martinez, Fujihara e Martins (2008) enfatizam que este vocabulário com linguagem específica e complexa dificulta o entendimento dos conceitos da disciplina e alcança a incompreensão dos mecanismos de transmissão hereditários característicos do sistema ABO (PRADO; QUINTINO; BARROS, 2015; MATOS e CAMPOS, 2017). Souza (2010) complementa que a complexidade do assunto sobre a origem e transmissão do sistema de tipagem sanguínea ABO se distancia dos conhecimentos científicos. Com efeito, Barni (2010) alerta para os conhecimentos deficitários construídos ao longo dessa etapa.



Neste ponto é importante salientar que os professores devem utilizar as informações presentes nos livros didáticos com a responsabilidade de verificar a veracidade dos conceitos descritos e atualizar-se frente às constantes descobertas científicas, ampliando a abordagem e possibilidades de contextualização do tema. Para Mezalira e Araújo (2007), a compreensão e interação desses saberes além de desenvolver uma postura ética, permite aos educandos interpretar e transformar sua realidade.

### **2.3 A Necessidade de Reformulação das Práticas Pedagógicas**

Embora as relações humanas sejam complexas, são de suma importância para o desenvolvimento do indivíduo nas diversas áreas de sua vida, portanto, esse relacionamento entre professor-aluno também é parte integrante desse processo, pois o professor exerce papel preponderante ao conduzir o método de ensino possibilitando a assimilação dos conteúdos ativa por meio do aluno, o que torna esse processo o meio fundamental nesse progresso cognitivo dos educandos.

Neste contexto, a educação é uma das fontes mais importantes, por ser capaz de dar condição ao indivíduo de compreender o contexto em que está inserido e o seu papel na sociedade. Dessa forma, a figura do professor é indispensável em sala de aula, pois é por meio dele que a aprendizagem é facilitada no ambiente de aula.

A excelência do processo de ensino-aprendizagem consiste na responsabilidade que o professor possui em auxiliar o aluno na elaboração do seu próprio conhecimento. Para tanto o diálogo é imprescindível, o que torna a participação do aluno ativa e a motivação com que esse processo é permeado resulta em uma construção de relações de proximidade e empatia entre professor-aluno. Dentre os vários aspectos referentes à ação do professor, um dos mais importantes refere-se à ênfase colocada no ensino e aprendizagem, portanto os conceitos, nesse processo, encontram-se indissociavelmente ligados (GIL, 1997).

Gadotti (1999) reitera que para a prática do diálogo, o educador precisa assumir uma posição humilde que não detém de todo saber, e isso não o torna aquém do contexto o qual está inserido, mas é portador de um saber principalmente por considerar sua própria experiência de vida.

Hoje, tanto o aluno quanto o professor devem ser um mediador entre os colegas e na sociedade na qual estão inseridos. O aluno é parte integrante e fundamental no processo da aprendizagem, fazendo com que suas experiências pessoais contribuam na fundamentação dos conhecimentos disseminados. É notória a missão nobre

atribuída ao professor que além de mediar o conhecimento, é capaz de dirigir as inteligências jovens e preparar os cidadãos conscientes (LOMBARDI, 2003, p. 60).

Diante do exposto, o trabalho docente tornou-se ainda mais desafiador e com a evolução da tecnologia despertar o interesse e atenção do corpo discente é uma prática cada vez mais árdua. Neste viés, é preciso ter a preocupação de levar o aluno a compreender o sentido do conteúdo, relacionando diretamente com o meio ao qual pertence, considerando, portanto, sua vida, seu mundo e a sociedade na qual está inserido.

Destarte, para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma satisfatória, são importantes ações conjuntas do professor e do aluno, em que estarão estimulados a assimilar e aplicar de forma independente e criativa os conteúdos e métodos apreendidos nas várias situações escolares e na vida prática.

Nesse sentido, o ato de ensinar e aprender não consiste em somente o professor transmitir os conteúdos das disciplinas e o aluno permanecer em uma atitude contemplativa e absorvente e, posteriormente de forma automática reproduzir mecanicamente o que foi transmitido, ainda que se conceitue em uma aula dinâmica, ela se tornará improdutivo se não possibilitar a reflexão e articulação dos significados.

O professor deve basear-se na realidade e experiências dos próprios estudantes para, assim, envolvê-los no processo de ensino-aprendizagem com a utilização de métodos capazes de despertar a curiosidade e o interesse pelos diversos fenômenos que permeiam a disciplina. Um ensino investigativo centrado no aluno, com enfoque para a observação, elaboração de hipóteses e a resolução de problemas reais relacionados ao cotidiano dos estudantes.

Todavia, grande proporção dos professores realizam a aprendizagem mecânica, definida por Moreira (2018) também por automática, em detrimento da aprendizagem significativa. Belmont (2015) comenta que certamente encontram na memorização o meio mais adequado para a aprendizagem. Nesse contexto, os conteúdos não são completamente compreendidos pelos estudantes, que não percebem a importância em estudá-los. Fonseca (2018) afirma que esse comportamento resulta no desinteresse pela disciplina e consequente uso de celulares em sala de aula.

Rosário (2016) incentiva o uso de instrumentos didáticos que façam os estudantes transitarem num contexto de participação ativa e dinâmica. Em conformidade com essa proposição, Martinez, Fujihara e Martins (2008); Matos e Campos (2017) afirmam que, a utilização de formas lúdicas, como os jogos, permitem a interação e construção do conhecimento e corroboram para o processo ensino-aprendizagem. Lima (2017) relata o

estímulo à leitura e pesquisa e o desenvolvimento cognitivo como potencialidades intensificadas na utilização desse mecanismo didático.

Diante do exposto, são necessárias novas práticas docentes que proporcionem subsídios para o ensino. Assim, a tecnologia pode ser parte integrante e colaboradora no processo pedagógico e os jogos digitais podem representar, portanto, um instrumento potencialmente significativo como interface no ensino de sistemas sanguíneos para contribuir com uma aprendizagem efetiva.

#### **2.4 O Estudante Protagonista na Construção do Conhecimento: Contribuições dos Jogos Digitais**

A crescente transformação da tecnologia é evidente nos dias atuais e seu emprego se tornou indispensável, assim as informações estão ao alcance de todos e de vários modos possíveis. Essa prioritária utilização em larga escala tem resultado em jovens capazes de manipular essas ferramentas com agilidade e habilidade, e ao experimentarem o mundo virtual, se tornam independentes, pois são encorajados a exercer sua capacidade de realizar algo sozinho e se percebem como sujeitos da própria história.

Esse cenário deve refletir no campo educacional, haja vista que os estudantes chegam às salas de aula com suas concepções muito bem estruturadas e com uma compreensão de mundo pré-estabelecida. Nessa realidade, é importante enfatizar que o ensino tradicional dificilmente pode abarcar as reais necessidades desses discentes e não compete mais ao educador apenas transferir as informações.

Assim, se discute largamente sobre o novo papel do professor e isso implica estritamente na utilização de metodologias que propiciem a mediação de situações que façam sentido para os alunos e que estejam centradas em estratégias que possam estimular a resolução de problemas, a investigação, a reflexão e o pensamento crítico no intuito de transpor esses estudantes para os conhecimentos enriquecidos cientificamente.

Nascimento Júnior e Nascimento (2018) afirmam que a utilização de métodos que permitam a participação ativa dos estudantes pode ser uma alternativa viável para garantir a motivação, o interesse e potencializar a assimilação dos conteúdos. Nessa perspectiva, a teoria da Aprendizagem Significativa traz uma contribuição substancial na transformação da responsabilidade docente, que ao assumir um perfil construtivista, reconhece que o conhecimento é um processo em construção, e no instante que o discente percebe a real

necessidade da aprendizagem, envolve-se ativamente no processo, assumindo uma postura autônoma e se torna também responsável por sua própria aprendizagem.

Moreira (2011a) afirma que facilitar a aprendizagem significativa dentro de uma concepção construtivista é um trabalho difícil, mas considera a TAS a teoria construtivista mais propícia nessa atribuição por abordar especificamente a aprendizagem em sala de aula.

[...] a teoria original de Ausubel, enriquecida por Novak, apesar de também ser uma teoria de aprendizagem, é a que mais oferece, explicitamente, diretrizes instrucionais, princípios e estratégias que se pode vislumbrar mais facilmente como pôr em prática, que estão mais perto da sala de aula (MOREIRA, 2011a, p. 40).

Dentro do universo de inovações tecnológicas, o professor pode promover, por meio de suas práticas, ambientes ativos e que destaquem o estudante como protagonista no processo de ensino-aprendizagem. À vista disso, o uso das tecnologias confere ao docente a conformação de um ensino diferente e proporciona aos estudantes a possibilidade de estudar das maneiras mais variadas possíveis.

Dessa forma, diante de um contexto escolar desestimulante e desinteressante para os estudantes decorrente da linha tradicional de ensino, a falta de diálogo entre as disciplinas é o principal fator de fracionamento dos conteúdos. Sendo assim, a proposta de um recurso educacional tecnológico é uma estratégia pedagógica, para a Educação Profissional, que pode fortalecer e/ou promover a integração das disciplinas da base nacional comum com as disciplinas específicas do curso técnico e tornar a aprendizagem realmente eficiente.

É consensual que a tecnologia está intrinsecamente presente no cotidiano das novas gerações, diante dessa realidade, a inter-relação tecnologia e educação é imprescindível no âmbito escolar. É nesse contexto que a aprendizagem baseada em jogos se conforma com a necessidade e perfil dos estudantes pertencentes a essa cultura.

O computador é um importante recurso pedagógico e deve ser visto como um ambiente propício ao desenvolvimento cognitivo, cuja atribuição consiste em proporcionar meios que favoreçam a construção dos saberes (SOUZA, 2010). Ribeiro et al. (2015) declaram que, nessa perspectiva tecnológica, os jogos digitais são consistentes ferramentas na prática pedagógica quando subsidiados por uma teoria de aprendizagem. Sendo assim o professor na figura de mediador fará uso sob uma proposta educacional e não meramente de maneira ilustrativa ou de entretenimento.

De acordo com Moreira (2011b), Ausubel menciona como uma condição preponderante para a ocorrência da aprendizagem significativa que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária

e não literal. Assim, os jogos eletrônicos podem abarcar elementos que o caracterizem como um material potencialmente significativo.

Neste sentido, Savi e Ulbricht (2008) afirmam que os jogos educacionais bem projetados podem estimular, enriquecer e potencializar as atividades de ensino e aprendizagem. Martins e Giraffa (2015) descrevem que a utilização dos jogos digitais no contexto educacional torna-se significativo, pois podem aprimorar competências como colaboração, cooperação, reflexão (pensamento crítico), autonomia, domínio de conteúdo, hábitos de estudo e limites.

Embora não seja o referencial teórico dessa pesquisa, Costa (2010) traz uma oportuna contribuição baseada no construcionismo de Seymour Papert. Assim, sob a influência da concepção epistemológica de que o conhecimento não é algo pronto e acabado, o educador propôs a teoria inspirada nos princípios do construtivismo e que ao considerar o computador uma ferramenta educacional é capaz de conduzir o aluno a ser um indivíduo criador, um sujeito agente com uma postura ativa em relação ao conhecimento.

Assim sendo, o construcionismo, na perspectiva de que o computador é um mecanismo em que o indivíduo pode externalizar os conhecimentos que possui de um determinado assunto, se constitui em uma fonte de aprendizagem em potencial e um novo tipo de ambiente de aprendizagem. Assim, contrapõe o instrucionismo, que mantém o estudante em uma postura passiva, cuja utilização está reduzida como meio de transferir a informação, uma abordagem semelhante ao método behaviorista (PAPERT, 1985).

A proposta de um novo modelo pedagógico que seja antagônico ao instrucionismo e que utilize, portanto, os computadores como instrumentos capazes de proporcionar aos estudantes um caráter construtor, que possibilite a interação entre os conhecimentos preexistentes aos novos conhecimentos apresentados e que, permita a interação entre os alunos e entre alunos e professor, pode potencializar ainda mais os efeitos benéficos da educação.

Percebe-se que muito do que tem se feito no ambiente escolar, relacionado ao uso das tecnologias, restringe-se a uma abordagem instrucionista, apenas de estímulo e resposta. Diante do exposto, a busca por trabalhos que consistam no desenvolvimento de práticas exitosas relativas à construção do conhecimento em sala de aula e que por meio desse recurso pedagógico propiciem o envolvimento e participação dos alunos como protagonistas do fazer pedagógico, torna-se extremamente pertinente para compreender os desafios superados e mensurar os resultados obtidos.

Em crítica ao uso dos computadores com uma abordagem instrucionista, Cursino (2017) enfoca a autonomia dos estudantes do 5º Ano do Ensino Fundamental I e integra as tecnologias nas atividades experimentais por meio de um projeto pedagógico ao propor a produção e edição de vídeos documentários pelos próprios estudantes, revelando resultados significativos quanto à mudança no conhecimento conceitual acerca das questões ambientais.

Sousa (2010), em seu trabalho com alunos do 3º ano do ensino médio, desenvolveu um projeto de simulação no computador utilizando a linguagem de programação *Scratch*<sup>1</sup> para o ensino das bases genéticas e imunológicas do sistema sanguíneo ABO humano e apontou essa ferramenta apta para contribuir não só para a apropriação de conteúdos, mas no desenvolvimento de aspectos éticos, morais e sociais do indivíduo.

Carvalho (2017), junto aos estudantes do 3º ano do Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio, desenvolveram um aplicativo denominado Objeto de Aprendizagem Digital para trabalhar Alelos Múltiplos, conteúdo da disciplina de Genética, e retratou o envolvimento e a interação dos estudantes com a ferramenta, entre os próprios estudantes e entre os estudantes e o professor. O autor concluiu que a atividade investigativa proposta permite a aproximação da sala de aula em “espaço de trabalho”, ao invés de “auditório”, devido à atitude autônoma dos estudantes no desenvolvimento dos trabalhos.

Essas ações que dinamizam a aprendizagem alcançam não só o ensino de Biologia, mas contemplam outras áreas de ensino e revelam efeitos positivos na formação do perfil autônomo do estudante diante da elaboração de um objeto de interesse com o uso de computadores.

O trabalho de mestrado elaborado por Santos (2014) relata uma experiência de jogos digitais desenvolvidos por alunos da 8ª série do ensino fundamental com enfoque interdisciplinar, baseados no tema “Alimentação Saudável”. A inserção da ferramenta digital apoiada aos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo de sala possibilitou a utilização de um sistema de ensino com atividades presenciais (sala de aula convencional) e atividades a distância, através do ambiente virtual Edmodo<sup>2</sup>. Os resultados da pesquisa evidenciam a motivação e contribuição para a aprendizagem colaborativa da disciplina.

Alves (2017), em sua tese de doutorado intitulada “Eu fiz meu game: um framework para criação de jogos digitais por crianças”, ressaltou o papel de crianças com e sem deficiências intelectuais do 3º ano do ensino fundamental como protagonistas na produção de

---

<sup>1</sup> Acesso pelo link: <https://scratch.mit.edu/>

<sup>2</sup> Uma empresa de tecnologia educacional que fornece as ferramentas necessárias para os professores compartilharem atividades com seus alunos em qualquer hora e em qualquer lugar. Acesso pelo link: <https://www.edmodo.com/>

jogos digitais. A autora divulgou resultados surpreendentes de comportamentos pautados na participação, colaboração, interação, criatividade e desenvolvimento de ideias.

Ante o até aqui exposto, a proposta de intervenção pedagógica com a utilização de jogos digitais de sistemas sanguíneos elaborados e construídos pelos próprios estudantes permite uma ação coletiva e oportuniza debates e reflexões que permeiam não somente pelos conteúdos curriculares, mas se estendem na esfera social, econômica e cultural, e assim, atuam diretamente na formação do indivíduo favorecendo a obtenção de valores, a sensibilização, a compreensão e responsabilidade na relação entre sujeito e o seu meio.

A aplicação desse instrumento pedagógico é uma importante alternativa metodológica na tentativa de promover a ressignificação do espaço escolar, contribuindo com que os estudantes, a partir dos conteúdos, possam fazer relações com as suas próprias experiências e suscitar a compreensão dos mesmos sobre os conhecimentos que circulam fora da escola.

Dessa forma, ressalta-se a importância da pesquisa “Uma Sequência Didática com a proposta de construção de jogos digitais em Genética fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa”, no propósito de incorporar, no processo de ensino-aprendizagem, a linguagem computacional e ao oportunizar aos estudantes a interação e a compreensão com o objeto de aprendizagem, constitui-se em um material potencialmente significativo capaz de aprimorar e facilitar a aprendizagem.

Enfatiza-se, portanto, que a proposição da construção de jogos digitais pode ser um caminho favorável para o processo de ensino aprendizagem, uma vez que, a técnica permite a integração de todas as disciplinas, além de promover uma atitude autônoma e reflexiva e assim, contribuir com o processo de formação do indivíduo.

## CAPÍTULO 3

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Serão abordados neste capítulo os aspectos metodológicos da pesquisa, para tanto, o delineamento traçado contempla de forma criteriosa o contexto e as principais características dos eventos no decorrer do processo. As ações desenvolvidas propiciam a análise de diversas situações de ensino e aprendizagem e tem como princípios orientadores os pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Lüdke e André (1986) afirmam que, primordialmente, deve-se organizar todo material obtido. Em seguida, dividir e relacionar suas partes para uma verificação mais detalhada e um resultado mais elaborado dos fatos. Sendo assim, cada instrumento utilizado no decorrer do processo foi analisado individualmente, e posteriormente, foi utilizada a técnica da triangulação dos resultados obtidos.

Para Triviños (1987), a técnica da triangulação é o efeito do emprego de múltiplos instrumentos que o pesquisador qualitativo pode fazer uso para propiciar o entendimento e a descrição minuciosa do objeto em estudo. Segundo Yin (2001) é o resultado de várias fontes de evidências obtidas no decorrer da coleta de dados que possibilitam ao pesquisador considerar os aspectos históricos, comportamentais e de atitudes, sobretudo os pontos convergentes detectados na investigação. Creswell (2007) corrobora neste sentido ao afirmar que, por meio da triangulação, os dados obtidos nos diferentes recursos utilizados são comparados e validados.

Assim, os procedimentos metodológicos compreendem seis etapas distintas e interdependentes. A construção da caracterização da turma, a identificação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, a aplicação de materiais introdutórios denominados organizadores prévios, a elaboração e construção de jogos eletrônicos, a verificação da aprendizagem e a exposição dos alunos a uma nova situação de aprendizagem.

#### 3.1 Natureza da Pesquisa

A pesquisa foi norteada pela abordagem qualitativa, pois possibilita a interação entre o investigador e o objeto investigado e, ainda, permite uma descrição minuciosa das



observações, das situações e dos materiais obtidos, elementos essenciais para a constituição da pesquisa (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Segundo Creswell (2007), o pesquisador vai ao encontro do participante e isso permite maior envolvimento em suas experiências reais e o conhecimento das especificidades do local, assim a pesquisa qualitativa interfere minimamente na rotina dos investigados, pois acontece em um ambiente natural. Para o autor, os pesquisadores qualitativos tentam em meio a esse relacionamento proporcionar a credibilidade com os sujeitos envolvidos na investigação.

A pesquisa qualitativa está em constante construção, dessa forma, os procedimentos estabelecidos para o desenvolvimento de seus estudos são flexíveis e podem ser modificados ou reestruturados em decorrência de possíveis eventualidades que surgem no percurso da pesquisa (CRESWELL, 2007; TRIVIÑOS, 1987).

Optou-se por desenvolver uma pesquisa-intervenção, que na perspectiva de Damiani (2012), esse tipo de pesquisa contempla o campo educacional e se preocupa em investigar, avaliar e aperfeiçoar as práticas pedagógicas subsidiadas por um referencial teórico para criar possibilidades que intensifiquem a compreensão dos estudantes acerca dos conhecimentos de sala de aula e favoreça o processo de ensino e aprendizagem.

Para Rocha e Aguiar (2003, p.64), “a pesquisa-intervenção vem viabilizando a construção de espaços de problematização coletiva junto às práticas de formação e potencializando a produção de um novo pensar/fazer educação”.

No que tange aos aspectos éticos, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco (CEP-UCDB), protocolado sob número 041379/2019 / CAAE: 12061419.0.0000.5162, conforme exigência para a autorização da realização de pesquisas com seres humanos e somente após sua aprovação os procedimentos foram iniciados (ANEXO A).

### **3.2 Cenário da Pesquisa**

O *locus* de pesquisa ocorreu na Escola Estadual Professor Silvio Oliveira dos Santos, município de Campo Grande/MS. A preferência pela instituição de ensino deu-se pela oportunidade de olhar para uma proposta de Educação Profissional Integrada a Educação Básica que não estivesse, necessariamente, associada aos Institutos Federais. Dessa forma, o vínculo efetivo da pesquisadora coaduna-se à possibilidade de construir, coletivamente com os sujeitos envolvidos na investigação, metodologias alternativas que possam favorecer o

processo de ensino-aprendizagem, fatores, estes, decisivos pela escolha da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul.

A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Curso Técnico em Programação de Jogos Digitais - Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação - Educação Profissional Técnica de nível médio, conforme Resolução/SED nº 3277 publicada em Diário Oficial em 16 de maio de 2017, que autoriza o seu funcionamento. A escola passou a ofertar essa modalidade de Ensino a partir do ano de 2017 somente para o primeiro ano do ensino médio e, a cada ano, o curso era integrado à turma posterior.

A escola (Figura 1) possui ensino fundamental anos iniciais e anos finais, ensino médio regular inovador e educação profissional com os cursos Técnico em Programação de Jogos Digitais e Técnico em Serviços Jurídicos integrados ao ensino médio, Técnico em Eletroeletrônica, Técnico em Informática e Técnico em Informática para Internet concomitantes ao ensino médio e Técnico em Enfermagem subsequente ao ensino médio.

O quadro de funcionários está composto de 68 professores, 38 funcionários administrativos e 1099 estudantes. Está estruturada com 14 salas de aula (Figura 2), uma sala da gestão, uma sala da coordenação pedagógica, uma sala de professores, uma secretaria, um Laboratório de Ciências Biológicas, um Laboratório de Matemática e Física, um Laboratório de Química, um Laboratório de Eletroeletrônica (Figura 3), três salas de Tecnologia Educacional nomeadas de STE1, STE2 e STE3 (Figura 4), sendo a última utilizada exclusivamente pelos alunos do curso Técnico em Programação de Jogos Digitais, uma sala de recurso multifuncional, uma biblioteca, uma quadra de esportes coberta, uma cantina, um depósito e quatro banheiros.

**Figura 1-** Entrada principal da escola.



**Figura 2-** Sala de Aula.



**Fonte:** Acervo da Pesquisadora.

**Figura 3-** Laboratório de Eletroeletrônica**Figura 4-** Sala de Tecnologia Educacional (STE3)

Fonte: Acervo da Pesquisadora.

A missão da escola constitui-se nas concepções de cidadania, convivência com o espaço educativo, criatividade, desenvolvimento da autonomia, parceria escola-família, respeito e solidariedade.

Com o parecer favorável da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul - SED/MS (ANEXO B) e da direção da escola, após a apresentação do projeto e a pronta disponibilidade da professora regente em ceder algumas aulas da disciplina de biologia, deu-se início ao desenvolvimento da pesquisa.

### 3.3 Participantes da Pesquisa

O universo da pesquisa compreende 19 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos. O grupo constitui a única sala de 3º ano do ensino médio integrado ao curso de Programação de Jogos Digitais, fato que evidenciou a preferência pela turma, primordialmente em virtude da aplicação da proposta estar vinculada ao conteúdo de sistemas sanguíneos, uma subunidade da disciplina de Biologia que está inserida na matriz curricular do 1º semestre do 3º ano do ensino médio.

A temática selecionada para a realização da pesquisa apresenta alto nível de importância ao considerar o cenário de evolução tecnológica, manipulação de DNA, sobretudo aos conceitos de hereditariedade, situações de transfusões e incompatibilidade sanguínea, e testes de paternidade, temas presentes na realidade do aprendiz. Cabe ressaltar que, várias dessas abordagens são, de forma geral, tratadas em uma dimensão empírica e devem ser estruturadas cientificamente.

Diante da oportunidade de utilizar a produção de jogos eletrônicos para possibilitar a elaboração de diferentes estratégias de ensino-aprendizagem do conteúdo mencionado, o

desenvolvimento dessas habilidades específicas promulgadas pelo curso foi um fator colaborador para a turma selecionada.

Os estudantes concordaram voluntariamente em participar do estudo e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (ANEXO C) e devido a minoridade de doze alunos participantes foi necessária a anuência do responsável por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO D).

### **3.4 O Campo de Pesquisas intitulado estado da arte**

Foi realizada como etapa inicial desse processo uma busca dos trabalhos ligados aos programas de pós-graduação *stricto sensu*. As análises dessas produções científicas foram utilizadas para a construção de um estado da arte, que reforçaram a perspectiva em, de fato, realizar um trabalho no âmbito da biologia, com ênfase para a Genética, com suas especificidades direcionadas aos sistemas sanguíneos e com proposta diferenciada, agregando diferentes práticas metodológicas com base nos estudos de David Ausubel, sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Nestes termos, nessa investigação objetivou-se formular um panorama de teses e dissertações no período de 2004 a 2019 vinculados a Área de Ensino de Genética, delineando enfoques concatenados às temáticas da pesquisa, e assim verificar e discutir suas diferentes contribuições com vistas a construir uma abordagem mais abrangente do desenvolvimento da área, além de criar novas possibilidades de metodologias que tenham implicações diretas na aprendizagem dos educandos.

Um quadro demarcando ano da defesa, autor, orientador, instituição de ensino superior, tipo de programa de pós-graduação das produções *stricto sensu* sobre o ensino de Genética no Brasil, no período de 2004 a 2019, utilizadas para a elaboração do estado da arte estão demonstradas no apêndice B.

### **3.5 Sequência Didática Proposta**

A sequência didática, conforme sugere Oliveira (2013, p. 39), se configura como “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. Dessa forma, torna-se imprescindível que as práticas pedagógicas no exercício

da docência sejam bem planejadas e sistematizadas. Para Zabala (1998) a sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para atingir metas educacionais, com um princípio e um fim conhecidos pelos professores, bem como pelos alunos.

A sequência foi elaborada pela pesquisadora e desenvolvida, inicialmente, em sala de aula após a análise do pré-teste e identificação e classificação dos subsunçores. Assim, a utilização desse material pedagógico introdutório, denominado organizador prévio, tem o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa e nivelar o conhecimento prévio ao que, posteriormente, poderá ser ancorado sob o ponto de vista dos conhecimentos genéticos.

Nesse contexto, o material instrucional apresentado demonstra, em sua primeira etapa, a elaboração e aplicação de organizadores prévios a partir dessas análises. Conforme proposta de Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), o critério estabelecido foi a sequência de ações de acordo com a estrutura hierárquica conceitual do conteúdo de sistemas sanguíneos, relacionando-os de forma não arbitrária e substantiva aos subsunçores dos estudantes.

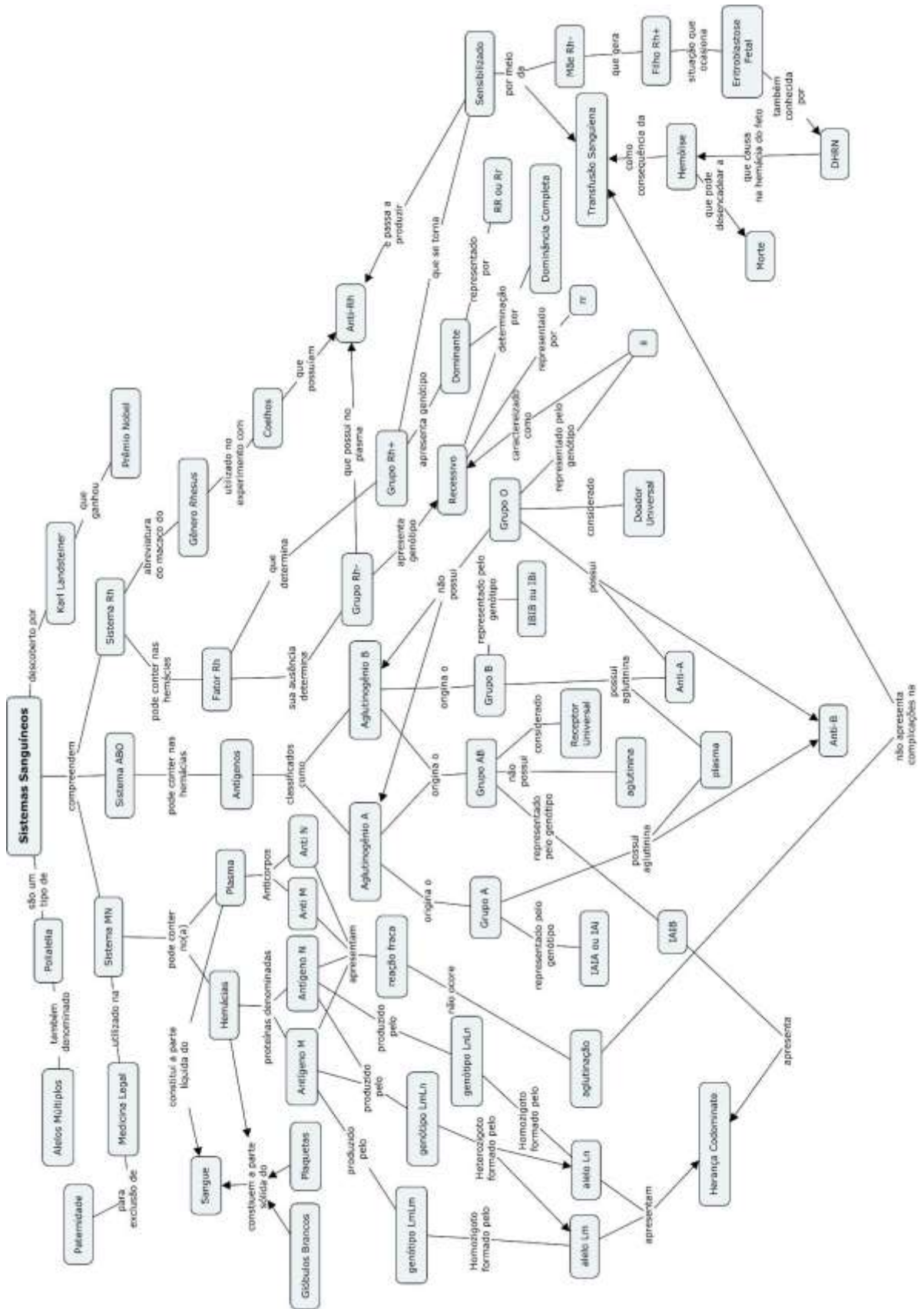
Dessa forma, ao fazer uso da diferenciação progressiva, iniciou-se pelo tema sangue por apresentar os elementos mais gerais e mais inclusivos do conteúdo de interesse e progressivamente esses conceitos foram diferenciados em termos de especificidades e minúcias por meio da sequência dos conhecimentos de células sanguíneas, proteínas e genótipos. No intuito de organizar o conteúdo sequencial, a pesquisadora construiu, no programa *CMap Tools 6.02*<sup>3</sup>, um mapa conceitual com o tema sistemas sanguíneos, abordando os conteúdos trabalhados durante os encontros com os participantes da pesquisa, conforme demonstrado na Figura 5.

A ordem estabelecida justifica-se pelo fato da assimilação dos conteúdos tornar-se mais favorável pelo ser humano quando trabalhados em uma ordem crescente de especificidade, ou seja, dos conceitos mais gerais para os mais específicos do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

---

<sup>3</sup> Software desenvolvido pelo Institute for Human and Machine Cognition da The University of West Florida e que permite a criação, edição e formatação de mapas conceituais. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>.

Figura 5- Mapa Conceitual dos Sistemas Sanguíneos.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A sequência didática (ANEXO E) foi organizada em três momentos distintos: o *primeiro momento*, trabalhado em quatro encontros com duas aulas cada, compreendeu a utilização dos organizadores prévios por meio de vídeo, aula de laboratório e aula expositiva e dialógica, o *segundo momento*, realizado em dez encontros com três aulas cada, correspondeu a elaboração e construção dos jogos digitais pelos estudantes e o *terceiro momento*, com um único encontro (duas aulas), visou a elaboração de mapas conceituais finais.

Cabe aqui revelar que as etapas do segundo momento da sequência didática seguiram-se de maneira concomitante no decorrer do período mencionado, uma vez que, os integrantes dos grupos formados apresentavam habilidades específicas para as atribuições distribuídas, como o roteirista, o programador e o artista gráfico. Com isso, essa etapa foi elaborada previamente para organizar e planejar o cronograma, tendo um caráter, portanto, meramente didático com efeito de melhor compreensão das atividades desenvolvidas.

As reuniões aconteceram no decorrer dos meses de maio a setembro de 2019, totalizando, entre a disciplina da base nacional comum e as disciplinas específicas, 40 aulas. As atividades relativas ao 1º momento foram desenvolvidas às terças-feiras no 3º tempo na aula de Biologia, a professora possuía apenas uma única aula em sala na semana e outra aula não presencial (ANP) destinada para atividades programadas para casa. Assim, o professor da disciplina de matemática cooperou com a realização da pesquisa cedendo sua aula do 2º tempo. Para a etapa transcorrida na STE3 foi necessária a utilização das aulas das disciplinas Inteligência Artificial para Jogos Digitais e Jogos para Dispositivos Móveis JAVA.

Deve-se mencionar, também, que alguns imprevistos ocasionados pela aplicação das provas da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), a semana de provas bimestrais e aplicação das provas de Regime de Progressão Parcial (RPP) coincidiram com o dia da aula de biologia, o que tornou o período destinado para a aplicação da sequência didática mais extenso do que o programado inicialmente.

### **3.6 Instrumentos de Coleta de Dados**

Essa etapa é de fundamental importância, pois por meio das comprovações obtidas no decurso da investigação, objetiva-se alcançar a resposta para a questão básica da pesquisa. Triviños (1987, p.38) afirma que, o “pesquisador qualitativo, que considera a participação do sujeito como um dos elementos de seu fazer científico, apoia-se em técnicas e métodos que reúnem características *sui generis*, que ressaltam sua implicação e da pessoa que fornece as informações”.

Dessa forma, os dados serão coletados por meio de questionários, pré-teste, pós-teste, mapas conceituais aplicados antes e após a intervenção, a construção dos jogos eletrônicos, a proposição de uma nova situação de aprendizagem para os estudantes e os registros das observações feitos pela pesquisadora.

Ressalta-se que, após a construção dos jogos digitais, registros de áudio pelo sistema de comunicação interativo e instantâneo (aplicativo WhatsApp) foram coletados, no intuito de que possíveis diálogos proferidos/estabelecidos por alguns estudantes, selecionados ocasionalmente, pudessem ser utilizados como subsídios à análise e ou triangulação posterior dos dados.

É importante mencionar que as próximas seções estão relatadas na sequência de aplicação dos instrumentos aos partícipes da pesquisa.

### 3.6.1 Caracterização dos Participantes

Com o intuito de traçar o perfil dos sujeitos participantes da pesquisa foi aplicado um questionário misto (ANEXO F) formado por doze perguntas. O instrumento utilizado visava identificar as percepções dos educandos acerca da importância do estudo da Biologia e, em particular da Genética, da frequência da utilização de ferramentas pedagógicas em sala de aula e verificar as principais dificuldades de aprendizagem e de aplicabilidade dos conceitos da disciplina no cotidiano. Triviños (1987) considera que aplicação de questionário é essencial no percurso da pesquisa e não exclusivamente para coleta de dados. Para o autor, os resultados da análise desse instrumento podem subsidiar a aplicação de outros instrumentos na pesquisa.

### 3.6.2 Questionário Diagnóstico Inicial

O Questionário Diagnóstico (QD) Inicial ou pré-teste (ANEXO G) foi aplicado antes do início das atividades de pesquisa para investigação dos conhecimentos prévios dos educandos, conforme proposta teórica de David Ausubel. O propósito do teste inicial consiste, após as análises individuais das respostas dos sujeitos investigados, categorizar os subsunçores, segundo Vinholi Junior (2011), em adequados, parcialmente adequados ou inexistentes, para assim ancorar a instrução e assimilação da nova informação.

O pré-teste apresentou um quantitativo de 11 questões subjetivas voltadas para o conteúdo de sistemas sanguíneos e objetivou identificar conhecimentos relacionados ao nível



de habilidades quanto aos conceitos dos tipos sanguíneos, genótipos, fenótipos, herança genética dos grupos sanguíneos e transfusões sanguíneas. Esse procedimento inicial é de extrema importância, pois a estrutura das aulas planejadas deve ser constituída por conteúdos que apresentem significado lógico para os estudantes.

### 3.6.3 Mapa Conceitual Inicial

Como instrumento para a coleta de informações também foi utilizado o mapeamento conceitual. A opção por esse instrumento decorre da possibilidade de sondar os conhecimentos mais significativos dos estudantes acerca dos conceitos e das relações sobre o tema sugerido. Para Moreira (2012b, p.5), trata-se de um importante recurso pedagógico capaz de proporcionar para o docente uma “visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento”.

Nessa perspectiva, a construção do MC, com o tema sistemas sanguíneos, foi introduzida no início do estudo do conteúdo. Habitualmente, esse recurso é utilizado como alicerce para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Todavia, tendo em vista a especificidade do conteúdo abordado, Moreira (2012b) aconselha sua aplicação no momento em que o aluno adquire uma certa familiaridade com o assunto, para que os princípios que regem sua construção possam ser utilizados.

Os estudantes foram orientados pelo modelo da diferenciação progressiva, em que os conceitos mais inclusivos devem aparecer na extremidade mais alta e os níveis mais específicos encontram-se na base do diagrama, constituindo uma organização hierárquica conceitual e pela reconciliação integrativa, mediante as informações correlacionadas entre ideias, conceitos e proposições já estabelecidos na estrutura cognitiva do estudante.

### 3.6.4 Elaboração e Construção dos Jogos Eletrônicos

O Curso Técnico de Programação de Jogos Digitais disponibiliza os recursos fundamentais para a produção dos jogos eletrônicos, o *game engine*, do inglês “motor de jogo”, consiste em programas de computador com os elementos necessários para a funcionalidade de um jogo desde suas bases e de fácil operação, promovendo o estudante a um desenvolvedor independente. A *Unity engine*<sup>4</sup> é o motor de jogo utilizado nas aulas, o

---

<sup>4</sup> Disponível pelo link: <https://unity.com/pt>

*Blender*<sup>5</sup> 3D é uma ferramenta de simulações de produtos e protótipos de animações interativas e propicia o trabalho com simulações do cenário e a interatividade de um objeto, as animações movimentam-se em todos os ângulos. Outra técnica comumente utilizada é o *Fotshop*<sup>6</sup>, para animações 2D. Neste caso as imagens criadas são planas e sem profundidade, permitindo movimentos restritos nos eixos vertical e horizontal.

Tendo em vista as habilidades específicas desenvolvidas no curso técnico, foi proposta a elaboração e construção de jogos digitais sobre sistemas sanguíneos pelos próprios estudantes. Essa é, efetivamente, a principal intervenção propriamente dita do trabalho.

É importante ressaltar que para esse processo de intervenção foi substancial a colaboração de um professor da área técnica em programação de jogos digitais para orientar os estudantes nos conteúdos específicos do curso na proporção em que a pesquisadora mediava as discussões acerca dos assuntos da Genética. Um trabalho empreendido que ao proporcionar a integração das disciplinas, permitiu a execução da carga horária proposta e favoreceu maior desenvolvimento e utilização das tecnologias educacionais e dos conteúdos de sistemas sanguíneos, um desafio que efetivamente aponta para uma importante etapa para a interdisciplinaridade.

Posteriormente, foi realizada uma minuciosa discussão qualitativa da potencialidade da atividade de intervenção para a ocorrência da aprendizagem significativa. Assim, os dados foram balizados por meio da produção desses jogos, que serviram como análise do conhecimento prévio e do posterior.

### 3.6.5 Mapa Conceitual Final

Ao término do período de intervenção foi elaborado, pelos partícipes, um MC final com a temática sistemas sanguíneos, cujo propósito consiste em analisar a ocorrência de alguma modificação conceitual, e assim, qualificar a evolução na compreensão dos conceitos adquiridos da disciplina trabalhada.

Embora os critérios selecionados para a avaliação comparativa dos mapas conceituais, tanto iniciais como finais, correspondam aos procedimentos metodológicos, optou-se pela apresentação dos mesmos no capítulo 4 para melhor compreensão das análises desse tópico, em virtude da minuciosidade na descrição dos parâmetros estabelecidos por Mendonça (2012).

---

<sup>5</sup> Disponível pelo link: <https://www.blender.org/>

<sup>6</sup> Disponível pelo link: <https://www.adobe.com/br/products/photoshop.html>

### 3.6.6 Proposição de uma nova situação de aprendizagem

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) definem a aprendizagem significativa como não arbitrária e não literal. Sendo assim, os indícios da ocorrência da assimilação dos conteúdos de sistemas sanguíneos de forma significativa consistem, segundo Moreira (2012a), na representação de significado lógico para o estudante, da capacidade em transferir essas informações, a partir da compreensão dos conceitos aprendidos, com suas próprias palavras e de enfrentar situações novas.

Diante dessas afirmações, a proposição de uma nova situação de aprendizagem (ANEXO H) permitiu avaliar a forma de envolvimento, capacidade de resolução de problemas e de aplicabilidade dos conceitos aprendidos frente às experiências ainda não vivenciadas pelos estudantes.

### 3.6.7 Questionário Diagnóstico Final

O Questionário Diagnóstico Final ou pós-teste (ANEXO I), com questões que abordam o mesmo contexto exposto no pré-teste, foi aplicado no final de todo o processo para a análise qualitativa da evolução conceitual dos conteúdos de sistemas sanguíneos, segundo critérios estabelecidos por Manassero e Vázquez (2001) que categorizam as respostas em adequadas, plausíveis ou ingênuas.

## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Este campo é destinado para a descrição das análises das informações alcançadas por meio dos questionários (caracterização, pré-teste e pós-teste), da construção dos mapas conceituais (inicial e final), dos jogos digitais construídos e da nova situação de aprendizagem, observando a organização conceitual acerca do conteúdo de sistemas sanguíneos analisados à luz da teoria da aprendizagem significativa.

#### 4.1 Análise da caracterização dos partícipes

O preenchimento do questionário com itens que caracterizem o perfil dos estudantes é uma etapa importante do processo, pois permitiu que a pesquisadora pudesse conhecer a realidade dos sujeitos participantes da pesquisa e possibilitou um diagnóstico que favorecesse a ela investigar algumas situações que demonstraram as experiências dos estudantes com a sala de aula, bem como as possíveis implicações diretas para a aprendizagem de Genética.

A tabela 1 demonstra os resultados das respostas e posteriormente as respectivas justificativas, selecionadas aleatoriamente, para a elaboração do perfil dos sujeitos participantes. Cabe destacar que a apropriação destes conhecimentos foi importante para estabelecer a viabilidade dessas relações com a prática do professor.

**Tabela 1-** Respostas do questionário da caracterização dos participantes.

<b>Pergunta</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
<b>04.</b> Gosta de estudar a disciplina Genética?	11	08
<b>07.</b> Estudou conteúdos de Genética no Ensino Fundamental?	04	15
<b>08.</b> Considera o Ensino de Genética importante?	16	03
<b>10.</b> Participou de aulas com metodologias diferenciadas?	11	08
<b>11.</b> Participou ativamente de alguma atividade escolar?	02	17
<b>12.</b> Ferramentas digitais tornam o conteúdo de Genética interessante?	19	-

<b>Perguntas</b>	<b>Sim</b>	<b>Às Vezes</b>	<b>Não</b>
<b>06.</b> Identifica os conteúdos de Genética em situações do cotidiano?	04	10	05
<b>09.</b> Utiliza o computador para estudos dos conteúdos?	02	11	06
<b>05.</b> Situações que podem influenciar a aprendizagem de Genética			
Não entende as explicações			-
Dificuldade com os termos específicos da disciplina			12
Dificuldade em visualizar exemplos do conteúdo			01
Dificuldade na resolução dos problemas			11

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Conforme já relatado, a turma estudada, do Curso Técnico de Programação em Jogos Digitais, é composta por 19 estudantes que cursam o 3º Ano do ensino médio pela primeira vez.

A partir da análise interpretativa das respostas, a caracterização dos dados obtidos permitiu evidenciar que 11 discentes gostam de estudar a disciplina de genética e oito não gostam. Abaixo estão relatadas algumas justificativas para as respostas atribuídas na questão.

**P17:** *“Acho uma matéria muito complicada.”*

**P15:** *“Porque eu considero os conteúdos interessantes e importantes para o dia-a-dia.”*

**P14:** *“Pelo fato de não entender.”*

**P4:** *“Sinto dificuldade.”*

**P13:** *“Me desperta uma curiosidade.”*

**P9:** *“Não tenho muito interesse.”*

**P7:** *“Não me familiarizo com isso.”*

**P5:** *“Tudo o que aprendemos pode ser usado em nosso dia-a-dia.”*

A maioria dos estudantes tiveram o primeiro contato com a disciplina de Genética somente no 3º Ano e embora quatro estudantes tenham afirmado que estudaram os conteúdos no Ensino Fundamental, dois relataram que:

**P2:** *“Não lembro muito bem, mas estudamos o sistema ABO sanguíneo”.*

**P9:** *“Tenho lembrança de ter estudado, porém não lembro tanto”.*

Grande parte dos respondentes, representados por dezesseis estudantes, consideraram importante o ensino da disciplina no contexto escolar, onze estudantes afirmaram ter participado de aulas de Biologia com a utilização de metodologias diferenciadas, destas, sete descrições mencionam a aula de laboratório para observações de minhocas, utilização de microscópio e aulas interativas.

Quanto ao protagonismo dos estudantes em sala de aula, 17 participantes afirmaram nunca terem se envolvido ativamente em propostas de desenvolvimento de atividades da disciplina de Biologia e o aluno P1, que assinalou positivamente, justificou:

**P1:** *“Participei de uma feira de ciências, onde demonstrei uma planta tóxica chamada de “mamonas””.*

Todos os participantes acreditam que o uso de ferramentas digitais nas aulas pode motivar os alunos e tornar o conteúdo de genética interessante, conforme as sentenças apresentadas abaixo:

**P3:** *“Pois a tecnologia pode facilitar o entendimento do conteúdo.”*

**P15:** *“Porque quando se trata de jogos com estudo como a gameificação fica um jeito bem mais divertido e interessante de aprender.”*

**P14:** *“Até porque a internet vem tomando a atenção de todos.”*

**P5:** *“Vai haver mais facilidade na hora do aprendizado.”*

**P1:** *“Sim, pois muitas vezes alguns conteúdos são mais difíceis de aprender”.*

Ao perguntar se os estudantes identificam com facilidade os conteúdos de Genética aprendidos com as situações que ocorrem no seu cotidiano e se utilizam o computador para estudar os conteúdos aprendidos em sala de aula, a maioria respondeu “às vezes”.

A questão 5 poderia ser assinalada em mais de uma assertiva e abordou as situações que mais podem influenciar a aprendizagem da disciplina, dentre as quais destacam-se as dificuldades com os termos técnicos e conceitos específicos da disciplina e que os estudantes entendem o que o professor explica, mas têm dificuldades na resolução das atividades.

## **4.2 Análise do Questionário Diagnóstico Inicial**

Inicialmente as respostas atribuídas pelos alunos no pré-teste foram analisadas e avaliadas segundo os critérios estabelecidos por Vinholi Júnior (2011), que categoriza os subsunçores em *Adequados*, *Parcialmente Adequados* e *Inexistentes*. Cabe reiterar que essa classificação visa a observação da necessidade da aplicação de organizadores prévios.

Todavia, julgou-se necessário clarificar as conceituações correlacionadas a cada classificação. Sendo assim, a categoria *adequada* evidencia a presença de subsunçores eficazes na ancoragem da nova informação proposta, subsunçores identificados em *parcialmente adequados* referem-se a algum conhecimento específico, mas ainda necessitam de reestruturação e a classe *Inexistente* representa a ausência de subsunçores expostas nesses resultados em ideias equivocadas ou muitas vezes expressas como: “acho que sim”, “acho que não”, “não tenho justificativa”, “não sei” ou, simplesmente, questões deixadas em branco e, não podem, portanto, ancorar o novo conhecimento apresentado.

Para tanto, os organizadores prévios foram utilizados como forma de preencher essas “lacunas cognitivas” apresentadas pelos estudantes acerca dos conceitos investigados. É necessário ressaltar que o preenchimento do questionário ocorreu sem qualquer fonte de pesquisa ou mediação da pesquisadora para que as impressões presentes na memória cognitiva dos participantes fossem demonstradas sem intervenções. Com isso, a análise da Tabela 2 permite observar o predomínio de subsunçores inexistentes nas questões propostas, expondo, em contrapartida, a escassez de subsunçores adequados e parcialmente adequados.

Ratifica-se, contudo, que as resposta fornecidas pelos partícipes da pesquisa foram analisadas com enfoque na perspectiva biológica, mais precisamente, considerando os conceitos aplicados em Genética, subunidade sistemas sanguíneos.

**Tabela 2-** Classificação Geral dos subsunçores nos resultados do pré-teste, segundo Vinholi Júnior (2011).

Questões Categorizadas	Subsunçores Adequados	Subsunçores Parcialmente Adequado	Subsunçores Inexistentes
Q1a. Consegue identificar os sistemas sanguíneos	-	-	19
Q1b. Consegue identificar os tipos sanguíneos	9	8	2
Q1c. Consegue compreender o termo alelo	-	2	17
Q1d. Consegue compreender o termo fenótipo	-	-	19
Q2. Entende as probabilidades para o sistema ABO	5	1	13
Q3. Conhece o sangue mais comum e mais raro	4	5	10
Q4. Compreende a incompatibilidade sanguínea	-	7	12
Q5. Conhece os sangues doador e receptor universal	1	7	11
Q6. Entende as probabilidades genotípicas e fenotípicas para um casal Rh+	-	-	19
Q7. Entende as probabilidades genotípicas e fenotípicas para um casal Rh-	-	-	19

Questões Categorizadas	Subsunçores Adequados	Subsunçores Parcialmente Adequado	Subsunçores Inexistentes
Q8. Compreende os termos dominante e recessivo	5	3	11
Q9. Sabe trabalhar nas probabilidades de descendências improváveis acerca do sistema ABO	5	-	14
Q10. Sabe trabalhar nas probabilidades de descendências prováveis acerca do sistema ABO	6	1	12
Q11. Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina	-	-	19

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Nas questões Q1a, Q1d, Q6, Q7 e Q11 os estudantes não apresentaram subsunçores acentua-se, contudo, que não houve nenhuma resposta para Q11. É possível constatar em Q1a que os estudantes não apontam o sistema sanguíneo ABO, o sistema sanguíneo Rh e o sistema sanguíneo MN, este raramente mencionado nos contextos escolares, como exemplos de tipos de sistemas sanguíneos existentes. As respostas permitem afirmar que há um equívoco conceitual das expressões sistemas sanguíneos com grupos sanguíneos.

A aparente deficiência na identificação dos grupos sanguíneos na categoria Q1d deve-se ao fato dos estudantes não compreenderem corretamente o termo fenótipo, associação que pode ser comprovada em grande parte das respostas em Q1b, em que foram classificados nove subsunçores adequados e oito parcialmente adequados, que trata especificamente deste item. Avalia-se, então, que os conteúdos devem ser bem estruturados e fundamentados devido a interdependência que eles apresentam, no intuito de impedir que se tornem fragmentados e prejudique a assimilação dos mesmos.

No que se refere à conceituação de termos técnicos, a falta de compreensão em genótipo do sistema Rh foi observada em Q6 e Q7 segue a mesma linha de conhecimento equivocado, como consequência, as efetuações e análises das probabilidades nos cruzamentos ficam comprometidas. Os alelos também são conceitos marcados pela deficitária compreensão conforme relatado em Q1c, que trata especificamente do termo, cujas respostas apontam 17 subsunçores ausentes e 2 subsunçores parcialmente adequados.

Um dos itens que menos apresentou ausência de subsunçores, ainda que em quantia considerável, também estava relacionado a termos técnicos, indicando para os tópicos dominância e recessividade um aporte de 11 subsunçores inexistentes. Assim, 8 subsunçores adequados e parcialmente adequados computavam juntos as respostas para assertiva Q8.

No quadro 1 verifica-se a transcrição de algumas perguntas do pré-teste e as respectivas respostas classificadas de acordo com os subsunçores apresentados pelos participantes da pesquisa:



**Quadro 1:** Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

<b>Q1a. Quais são os tipos de sistemas sanguíneos que você conhece?</b> P11: A, B, AB, O	Inexistente
<b>Q1b. Quais são os tipos sanguíneos que você conhece?</b> P3: A+, B+, AB+, O+, A-, B-, AB-, O- P8: A, B, AB, O positivo ou negativo P7: A+, B-, O+	Adequado Adequado Parcialmente adequado
<b>Q1c. Quantos e quais são os alelos que compõem os seguintes grupos sanguíneos?</b> P1: $I^A i$ , $I^A I$ , $I^{B i}$ , $I^B I$ , $i^O$ , Rh+, Rh-	Parcialmente adequado
<b>Q1d. Quais são os fenótipos (tipos de sangue) que compõem os seguintes grupos sanguíneos?</b> P8: IABi; II; IXIX P1: RR, Rr, rr	Inexistente Inexistente
<b>Q6. Um casal que tem sangue Rh positivo pode ter filhos com sangue Rh negativo? Justifique sua resposta.</b> P19: Não, porque ambos são Rh-	Inexistente
<b>Q7. Um casal que tem sangue Rh negativo pode ter filhos com sangue Rh positivo? Justifique sua resposta.</b> P8: Sim, negativo com negativo= positivo P19: Não, porque ambos são Rh+	Inexistente Inexistente
<b>Q8. Há alguma relação no sentido dos filhos “adquirirem” mais o tipo de sangue do pai do que o da mãe, ou vice-versa? Explique.</b> P7: Irá depender de quem é dominante. P5: Se o tipo do pai for dominante pode passar para o filho. P14: Adquirirem mais tipos de sangue do pai por genética mais forte. P15: Sim, pois o pai ou a mãe pode conter um alelo dominante. P17: Sim, pois a criança pode ter o gene dominante quanto do pai, quanto da mãe. P19: Sim, porque alguns sangues são mais dominantes.	Adequado Adequado Parcialmente adequado Adequado Adequado Adequado

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Assim, percebe-se que os termos específicos da genética realmente são problemáticos para a aprendizagem dos estudantes, Temp (2011) afirma que, os conteúdos de Genética são de fato de difícil compressão e investiga algumas das principais dúvidas apresentadas pelos estudantes, dentre elas, destaca as relações entre genótipo e fenótipo e aponta como causa a estreita relação existentes entre os conteúdos da Biologia e que não são trabalhados de forma correlacionadas pelos professores.

Esses dados são confirmados nos estudos de Souza (2017), que revelaram que a grande maioria dos estudantes desconhece o significado e as relações existentes entre os termos e assegura que essa dificuldade reflete na realização da resolução de problemas que envolvem a disciplina.

Em relação à percepção dos estudantes, Leal (2017) constata que grande parte dos estudantes considera o vocabulário da Biologia, de forma geral, difícil e afirma que os termos exclusivos presentes na Genética são necessários, todavia promovem em seus conteúdos um alto grau de complexidade.

Vieira (2013), ao tratar o sistema sanguíneo Rh, tema abordado nas questões do pré-teste, complementa que o ensino tradicional refletido no uso de livros didáticos nas aulas de Genética são os maiores responsáveis pela deficiência dos conhecimentos da subunidade da Biologia e enfoca na necessidade da interdisciplinaridade para fundamentar os conceitos apresentados, sobretudo em Biologia molecular e Imunologia.

Os resultados concernentes a Q2, Q9 e Q10 também causam inquietação, para essas categorias foram identificados 13, 14 e 12 subsunçores inexistentes respectivamente. Nesses itens seriam necessários conhecimentos dos genótipos do sistema ABO, assim como a utilização de cruzamentos por meio do uso do quadro de Punnett. O quadro 2 reproduz alguns subsunçores presentes nessas categorias.

**Quadro 2:** Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

<b>Q2. Pode haver casos em que os filhos possuem tipo sanguíneo diferente dos pais?</b>	
<b>Justifique</b>	
<b>P15:</b> <i>Sim, em algum caso em que o pai ou a mãe tenha um alelo recessivo. Ex: Pai <math>I^A i</math> Mãe <math>I^A i</math> podem gerar um filho tipo O.</i>	Adequado
<b>P9:</b> <i>Sim, o pai pode ter o tipo O e a mãe AB, e o filho pode nascer B, por exemplo, acredito.</i>	Adequado
<b>P4:</b> <i>Sim, por causa dos cálculos.</i>	Inexistente
<b>Q9. Um homem com sangue AB casa-se com uma mulher que possui sangue O. Qual (is) o(s) tipo(s) de sangue que jamais um filho desse casal poderia ter? Justifique sua resposta.</b>	
<b>P9:</b> <i>Acredito que pode nascer um filho com qualquer tipo sanguíneo.</i>	Inexistente
<b>P1:</b> <i>Ele poderia ter tanto o sangue A, B, AB ou O, pois eles possuem todos os fenótipos.</i>	Inexistente
<b>P15:</b> <i>Um filho do tipo O ou do tipo AB, porque na herança do filho, na combinação do sangue só é possível ter um filho do tipo A ou B.</i>	Adequado
<b>Q10. Um casal que tem sangue tipo A pode ter filhos com tipo sanguíneo O?</b>	
<b>P5:</b> <i>Nunca. <math>AA \times AA = AA \times AA = 100\% A</math></i>	Inexistente
<b>P19:</b> <i>Depende. Porque o O é universal.</i>	Inexistente
<b>P3:</b> <i>Depende. <math>I^A i \times I^A i = I^A I^A \times I^A i = I^A i \times ii = 25\% O</math></i>	Adequado

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

As categorias Q3, Q4, Q5 e Q11 referem-se aos processos relacionados às transfusões sanguíneas, o contexto da Q3 ao expor a importância do conhecimento dos tipos de sangue mais raro e mais comum, também disserta, de forma implícita, a partir dessa compreensão, a responsabilidade social nas doações de sangue, todavia indicou um quantitativo de 10 subsunçores inexistentes, 5 parcialmente adequados e 4 adequados. Q4 apresentou um quantitativo de 12 subsunçores inexistentes e para a questão Q5 foi detectada a ausência de 11 subsunçores.

Esse tema prescinde da correta diferenciação e a percepção da relação estabelecida entre as proteínas presentes na membrana das hemácias e as proteínas presentes no plasma sanguíneo para que o aluno possa interpretar os processos de incompatibilidade sanguínea.

O Quadro 3 retrata algumas respostas apresentadas nas questões mencionadas acima.

**Quadro 3:** Respostas dos estudantes no pré-teste e os subsunçores apresentados.

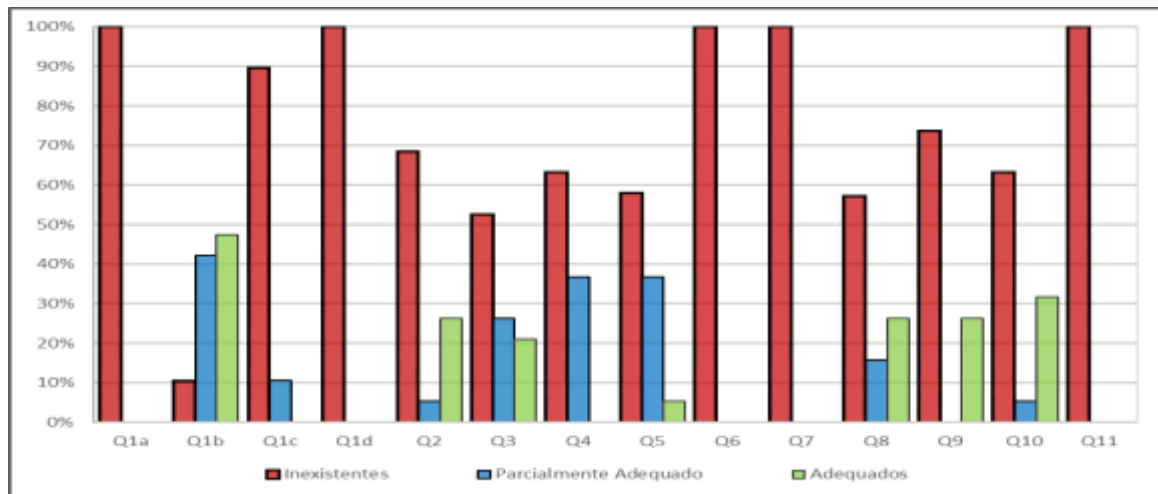
<b>Q3. Em sua opinião, qual é o tipo sanguíneo mais comum no Brasil? E o mais raro?</b>	
<b>P1:</b> <i>O mais comum é o A+ e o mais raro AB-</i>	Parcialmente adequado
<b>P8:</b> <i>Comum = A, B ou AB Raro= O</i>	Inexistente
<b>P17:</b> <i>O+ é o mais comum AB- é o mais raro</i>	Adequado
<b>Q4. Em sua opinião, o que impede de uma pessoa doar ou receber sangue para outras pessoas?</b>	
<b>P2:</b> <i>O tipo sanguíneo, a pessoa não pode doar ou receber se eles não tiverem o mesmo tipo sanguíneo.</i>	Inexistente
<b>P11:</b> <i>Se os tipos sanguíneos são compatíveis.</i>	Parcialmente adequado
<b>P14:</b> <i>Um pouco de medo, falta de tempo ou preguiça.</i>	Inexistente
<b>Q5. Qual é o tipo de sangue doador universal? E o receptor universal? Justifique sua resposta.</b>	
<b>P9:</b> <i>Doador universal é o tipo O e o receptor universal é o tipo AB.</i>	Adequado
<b>P13:</b> <i>O- é o doador universal, mas não existe um receptor universal.</i>	Parcialmente adequado
<b>P15:</b> <i>O doador universal porque ele é criado “a partir dos outros” e AB receptor porque ele é quase um conjunto de todos.</i>	Parcialmente adequado

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Junqueira (2017), em seus estudos, demonstrou que assuntos relativos à composição dos elementos contidos no sangue, transfusões sanguíneas e incompatibilidade entre doador e receptor são conhecimentos científicos sobre o Sistema ABO que os discentes conhecem minimamente e não percebem suas conexões com suas experiências reais.

Para uma melhor visualização dos resultados, os valores do gráfico 1 estão apresentados em porcentagem. Esses dados permitem observar a elevada parcela de estudantes que apresentaram ideias e proposições que não se associam corretamente com os conteúdos de sistemas sanguíneos. As respostas dadas individualmente foram agrupadas e classificadas de acordo com os conceitos subsunçores adequados, parcialmente adequados e inexistentes e consoante aos pressupostos teóricos utilizados neste estudo, foi constatada uma quantia ínfima de conhecimentos prévios relevantes capazes de relacionar a nova informação apresentada.

**Gráfico 1:** Resultados em porcentagem de subsunçores analisados no pré-teste.



**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Esses resultados evidenciaram a necessidade de planejar atividades que, contemplassem os requisitos necessários a fim de promover estratégias para a consecução de uma aprendizagem significativa acerca dos conceitos do tema proposto. Diante desses dados, a escola possui, enquanto entidade formal, uma importante responsabilidade de verificar e reestruturar as informações equivocadas ou saturadas de conhecimentos empíricos e, ao conhecer e participar das diferentes experiências, possibilitar a construção do saber coletivo, proporcionando aos alunos os conhecimentos necessários para que os mesmos possam observar a realidade que os cerca e participar efetivamente dela.

### 4.3 Análise Comparativa do Questionário Diagnóstico Final e Questionário Diagnóstico Inicial

As avaliações do pós-teste foram analisadas de acordo com os critérios estabelecidos por Manassero e Vázquez (2001), que classificam as respostas em três categorias: *Adequadas* (A): se a frase expressa uma opinião adequada sobre o assunto; *Plausíveis* (P): embora não seja totalmente adequado, a frase expresse algum aspecto apropriado acerca do tema; e *Ingênuas* (I): a frase expressa um ponto de vista que, não é nem adequado nem plausível para os conteúdos de sistemas sanguíneos.

Embora a finalidade do pré-teste, administrado inicialmente, consista na investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes a partir do agrupamento dos subsunçores em adequados, parcialmente adequados e inexistentes, a classificação utilizada para o pós-teste e as categorias elaboradas para questões, por efeito da similaridade, possibilitaram a análise e comparação das respostas, permitindo uma visualização do progresso na aprendizagem dos conceitos aplicados nos itens trabalhados. Cabe aqui informar que as respostas apresentadas para essa análise foram selecionadas aleatoriamente.

A tabela 3 retrata o quantitativo e a identificação classificatória das respostas do questionário diagnóstico final aplicado aos sujeitos participantes da pesquisa após o período de intervenção.

**Tabela 3:** Classificação Geral das respostas do pós-teste, segundo Manassero e Vázquez (2001).

Questões Categorizadas	Categorias de Respostas		
	A	P	I
Q1a. Consegue identificar os sistemas sanguíneos	15	03	01
Q1b. Consegue identificar os tipos sanguíneos	09	09	01
Q1c. Consegue compreender o termo fenótipo e genótipos (alelos)	03	15	01
Q2. Conhece os sangue doador e receptor universal	02	17	-
Q3. Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina	02	08	09
Q4. Compreende os termos dominante e recessivo	03	07	09
Q5. Compreende a incompatibilidade sanguínea	06	03	10
Q6. Entende as probabilidades para um casal Rh-	03	08	08
Q7. Entende as probabilidades para um casal Rh+	01	01	17
Q8. Conhece o sangue mais comum e mais raro	11	03	05
Q9. Sabe trabalhar nas probabilidades dos prováveis descendentes acerca do sistema ABO	06	-	13
Q10. Sabe trabalhar nas probabilidades dos improváveis descendentes acerca do sistema ABO	03	06	10
Q11. Entende as probabilidades para o sistema ABO	04	03	12

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Ao confrontar as questões Q1a, Q1d, Q6, Q7 e Q11, em que todas as respostas obtidas no pré-teste apresentaram subsunçores inexistentes, com as questões Q1a, Q1c, Q7, Q6 e Q3 (que correlatam, respectivamente, dos mesmos itens no pós-teste), verifica-se uma compreensão notável dos termos técnicos, visto que, grande parte das respostas estão classificadas em adequadas e plausíveis.

Assim sendo, os itens que correspondem ao fenótipo e genótipo (Q1c) apresentaram apenas uma resposta ingênua. As categorias que mencionam as proteínas aglutinogênio e aglutinina (Q3) totalizaram 10 respostas entre adequadas e plausíveis e o conhecimento acerca dos tipos sanguíneos encontrados em maior e menor proporção na população (Q8) obtiveram um aporte de 14 respostas categorizadas em adequadas e plausíveis. Esses elementos abordados com os participantes da pesquisa implicam no conhecimento acerca da importância e da responsabilidade das doações sanguíneas, reconhecendo a necessidade de reposição nos bancos de sangue, em que a contribuição da sociedade é imprescindível para o abastecimento do estoque nos hospitais. Assim, diante das respostas apresentadas é possível afirmar a assimilação dos estudantes nesse conteúdo.

Para o tópico que trata do Sistema Rh, os respondentes demonstraram mais facilidade em realizar o cruzamento com o Rh- (Q6), provavelmente pela única possibilidade de genótipo (recessivo), enquanto que para Rh+ (Q7), o diminuto quantitativo de questões adequadas e plausíveis pode ser explicado pela dificuldade dos estudantes na realização do cruzamento, justamente pela interdependência com o conhecimento dos termos dominantes homocigotos e heterocigotos.

Os resultados da Q4 atestam a dedução anterior, pois a categoria ocupa-se justamente com a análise da compreensão desses termos, e assim, percebe-se uma diferença mínima quando comparado ao resultado do teste anterior (referente à Q8), e que por essa razão, podem ter influenciado a baixa assimilação do conteúdo da Q7 no pós-teste. Todavia, como já mencionado acima, esses dois tópicos, embora sejam considerados mais difíceis pelos alunos, ainda assim, foram melhores compreendidos, mesmo que minimamente, pela turma no último teste.

A discrepância ocorrida nas respostas entre os dois testes em relação ao entendimento dos alunos sobre a identificação dos sistemas sanguíneos (Q1a) é notória, visto que no pré-teste, todos os estudantes não apresentaram subsunçores, e decorridas as atividades, um quantitativo de 15 respostas foram demarcadas em adequadas, 3 em plausíveis e somente 1 em ingênua.

É importante observar que embora os alunos tenham demonstrado conhecimentos acerca dos principais tipos sanguíneos nas respostas em Q1c, ainda no pré-teste evidencia-se um resultado minimamente modificado ao constatar a mesma questão no pós-teste. O que se percebe, de fato, é que as definições das expressões sistemas sanguíneos e tipos sanguíneos tornaram-se mais patentes para os estudantes, o que deixa irrefutável os indícios de aprendizagem nessas categorias.

É interessante apontar, diante dos dados amostrados, que a ênfase dada a determinados conceitos influencia o processo de ensino-aprendizagem, o que demarca, por outro lado, o papel fundamental do professor na mediação da informação. Assim, o quadro 4 retrata o comparativo obtido a partir de algumas respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

**Quadro 4:** Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

<b>Consegue identificar os sistemas sanguíneos?</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q1a)</u></b></p> <p><b>P1:</b> A questão foi deixada em branco.</p> <p><b>P3:</b> A questão foi deixada em branco.</p> <p><b>P7:</b> veias.</p>	<p><b><u>Pós-teste (Q1a)</u></b></p> <p><b>P1:</b> Sistema ABO, Sistema Rh e Sistema MN.</p> <p><b>P3:</b> ABO, Rh e MN.</p> <p><b>P7:</b> Sistema= ABO, Rh e MN.</p>
<b>Consegue compreender o termo fenótipo e genótipos (alelos)</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q1c/Q1d)</u></b></p> <p><b>P6:</b> As questões foram deixadas em branco.</p> <p><b>P9:</b> As questões foram deixadas em branco.</p> <p><b>P14:</b> As questões foram deixadas em branco.</p>	<p><b><u>Pós-teste (Q1c)</u></b></p> <p><b>P6:</b> Fenótipos: A, B AB, O, +, - MM, NN, MN. Genótipos: Deixados em branco.</p> <p><b>P9:</b> Fenótipos: A, B AB, O, positivo ou negativo. Genótipos: <math>I^A i</math>, <math>IBi</math>, <math>I^A I^B</math> e <math>ii</math>. (+) e (-). Para MN a questão foi deixada em branco.</p> <p><b>P14:</b> Fenótipos: A, B AB, O, RH+, RH-, M, N, MN. Genótipos: <math>I^A I^A</math>, ou <math>I^A</math>, <math>I^B I^B</math> ou <math>I^B i</math>, <math>I^A I^B</math> i. RR ou Rr, rr.. <math>L^M L^M</math>, <math>L^N L^N</math>, <math>L^M L^N</math>.</p>
<b>Entende as probabilidades para um casal Rh+</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q6)</u></b></p> <p><b>P1.</b> A Questão foi deixada em branco.</p>	<p><b><u>Pós-teste (Q7)</u></b></p> <p><b>P1:</b> Pais heterozigotos <math>Rr \times Rr = RR, Rr, Rr, rr</math> 75% Positivo, 25% Negativo / Pais sendo homozigotos 100% Positivo <math>RR \times RR = RR, RR, RR, RR</math>.</p>
<b>Entende as probabilidades para um casal Rh-</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q7)</u></b></p> <p><b>P7:</b> A Questão foi deixada em branco.</p>	<p><b><u>Pós-teste (Q6)</u></b></p> <p><b>P7:</b> Rh-</p>

<b>Consegue diferenciar aglutinogênio e aglutinina</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q11)</u></b>  <b>P19:</b> <i>A Questão foi deixada em branco.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q3)</u></b>  <b>P19:</b> <i>Aglutinogênio: A, B / Aglutinina: Anti-A e Anti-B. Aglutinogênio é encontrado nas hemácias da célula e a aglutinina é encontrada no plasma.</i></p>
<b>Conhece o sangue mais comum e mais raro</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q3)</u></b>  <b>P9:</b> <i>O positivo e negativo é o tipo sanguíneo mais comum. O mais raro é AB negativo ou positivo.</i>  <b>P14:</b> <i>O mais comum é A+, o mais raro AB+.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q8)</u></b>  <b>P9:</b> <i>O+ (mais comum) e AB- (menos comum).</i>  <b>P14:</b> <i>Maioria: O+ / Minoria: AB-.</i></p>
<b>Consegue identificar os tipos sanguíneos</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q1b)</u></b>  <b>P16:</b> <i>A+, A-, AB, O+, O-</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q1b)</u></b>  <b>P16:</b> <i>A, B, AB, O RH+, RH-, MN, MM, NN.</i></p>
<b>Compreende os termos dominante e recessivo</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q8)</u></b>  <b>P3:</b> <i>Não, o filho recebe 50% de cada um dos seus reprodutores.</i>  <b>P13:</b> <i>Depende do tipo sanguíneo dos pais.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q4)</u></b>  <b>P3:</b> <i>Dependendo de seu genótipo e fenótipo, o tipo de sangue de seu filho é criado com 50% de cada um de seus pais.</i>  <b>P13:</b> <i>Influencia se um for dominante e o outro recessivo, podendo ter o pai de A e a mãe de sangue B, podendo ter um filho AB.</i></p>

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Os comentários expostos na Q2 (pós-teste) destacam o resultado satisfatório representado pelas 19 respostas classificadas em adequadas e plausíveis, contrapondo o número expressivo de 11 subsunçores inexistentes na Q5 (pré-teste). No que se refere ao tópico incompatibilidade sanguínea, embora nenhum subsunçor tenha sido identificado como adequado (Q4), as atividades produzidas impulsionaram o surgimento da categorização de 6 respostas adequadas (Q5).

Quanto à compreensão dos genótipos dos sistemas sanguíneos e utilização do quadro de Punnett atesta-se, tendo em conta um quantitativo considerável de subsunçores inexistentes para esses conteúdos (Q10, Q9 e Q2), uma parcela equiparada de respostas foi catalogadas em ingênuas (Q9, Q10 e Q11). Neste caso, compete registrar que a análise para as categorias das respostas no pós-teste possui maior rigor por requerer a integralidade e precisão das resoluções, enquanto que a verificação de subsunçores, conforme já notificado, baseia-se em sua aplicabilidade em ancorar as novas informações recebidas. Sendo assim, a composição de indícios de algum conhecimento prévio já permite o reconhecimento de subsunçores.



O quadro 5 apresenta o retrato das categorias elencadas acima e o comparativo das respostas dos testes inicial e final para o diagnóstico de indicativo da aprendizagem.

**Quadro 5:** Paralelo das respostas categorizadas do pré-teste e pós-teste.

<b>Conhece os sangues doador e receptor universal</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q5)</u></b></p> <p><b>P6:</b> <i>O doador universal é o O, por isso é o mais raro.</i></p> <p><b>P19:</b> <i>O, porque ele pode ser doado e receber de todos.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q2)</u></b></p> <p><b>P6:</b> <i>Doador universal: O / Receptor universal: AB.</i></p> <p><b>P19:</b> <i>ORh- / ABRh+.</i></p>
<b>Compreende a incompatibilidade sanguínea</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q4)</u></b></p> <p><b>P5:</b> <i>O tipo sanguíneo.</i></p> <p><b>P11:</b> <i>Se os tipos sanguíneos são compatíveis.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q5)</u></b></p> <p><b>P5:</b> <i>Quando você compartilha sangue de A e B, pois cada um tem um anticorpo de anti-A e anti-B.</i></p> <p><b>P11:</b> <i>Pela incompatibilidade das aglutininas.</i></p>
<b>Sabe identificar os prováveis descendentes ao utilizar o quadro de Punnett para o sistema ABO</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q10)</u></b></p> <p><b>P15:</b> <i>Caso os pais tenham um alelo recessivo é possível. <math>I^A i, x I^A i = I^A I^A, I^A i, I^A i, ii</math>.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q9)</u></b></p> <p><b>P15:</b> <i>Caso os dois tenham um gene recessivo a chance de o filho nascer O será de 25%. Caso um dos dois seja dominante não terá chances. <math>I^A I^A x I^A I^A / I^A i, x I^A i = I^A I^A, I^A i, I^A i, ii</math>.</i></p>
<b>Sabe identificar os improváveis descendentes ao utilizar o quadro de Punnett para o sistema ABO</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q9) (AB x O)</u></b></p> <p><b>P1:</b> <i>Ele poderia ter tanto sangue A, B, AB ou O, pois eles possuem todos os fenótipos.</i></p> <p><b>P11:</b> <i><math>I^A I^B x ii = I^A i, I^B i, I^A i, I^B i</math>. Os tipos AB e O.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q10) (AB x AB)</u></b></p> <p><b>P1:</b> <i><math>I^A I^B x I^A I^B = I^A I^A, I^A I^B, I^A I^B, I^B I^B</math> - 25% (A), 25% (B), 50% (AB). Chance nula.</i></p> <p><b>P11:</b> <i><math>I^A I^B x I^A I^B = I^A I^A, I^A I^B, I^A I^B, I^B I^B</math> - 0%.</i></p>
<b>Entende as probabilidades para o sistema ABO</b>	
<p><b><u>Pré-teste (Q2)</u></b></p> <p><b>P5:</b> <i>A questão foi deixada em branco.</i></p> <p><b>P9:</b> <i>Sim, o pai pode ter o tipo O e a mãe AB e o filho nascer B, por exemplo, acredito.</i></p>	<p><b><u>Pós-teste (Q11)</u></b></p> <p><b>P5:</b> <i>Pode haver cruzamentos que podem mudar a linha genética ao cruzar A com B se tornarem AB.</i></p> <p><b>P9:</b> <i>Sim, pois pais com sangue <math>I^A I^A</math> e <math>I^A i</math>, por exemplo, tem chance de nascer um filho com ii (O). <math>I^A i x I^A i = I^A I^A, I^A i, I^A i, ii</math>.</i></p>

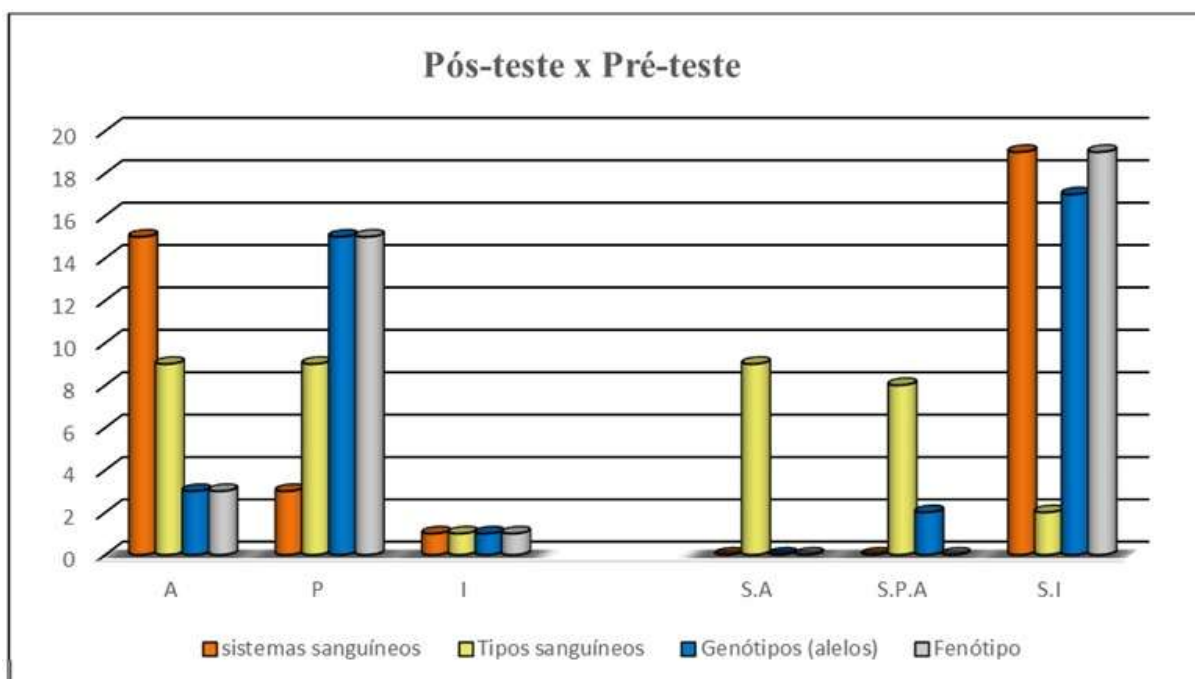
Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Nota-se, a partir da maioria das respostas demonstradas, que embora os estudantes apresentassem alguns conceitos subsunçores importantes para as categorias analisadas, as ideias foram aperfeiçoadas, permitindo que os conhecimentos fossem maximizados. É possível observar, inclusive, o uso, pelos estudantes, de outros conceitos do tema para complementar as respostas no pós-teste, um indicativo do desenvolvimento de habilidades para analisar, refletir e discutir as informações aqui registradas, elementos que descaracterizam a aprendizagem mecânica.

Neste sentido, considerando que a doação de sangue é um tema razoavelmente recorrente no contexto informacional e cotidiano do alunado, a disposição de subsunçores adequados possibilitou a capacidade de transformação científica dos significados.

Os gráficos (2, 3 e 4) notabilizam a compreensão dos conceitos trabalhados ao longo do desdobramento dos dados ponderados. É oportuno ressaltar que os recursos utilizados foram importantes fontes para o êxito do processo de ensino-aprendizagem dos temas percorridos e a investigação dos conhecimentos prévios, procedimento que muitas vezes é ignorado pelos docentes, aqui se mostrou substancial para o amadurecimento dos conceitos.

**Gráfico 2.** Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.

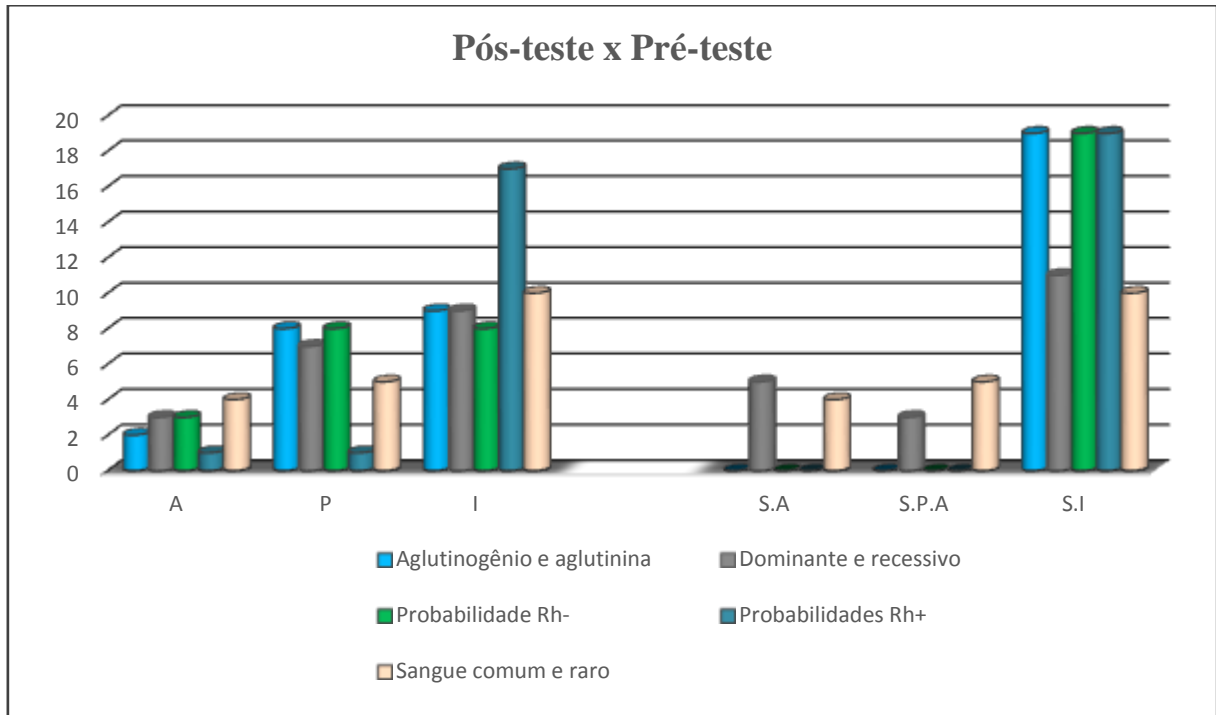


**Nota:** Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunçores adequados), S.P.A (subsunçores parcialmente adequados) e S.I (subsunçores inexistentes).

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Para melhor compreensão e visualização do comparativo das respostas amostradas no gráfico 2 os conceitos presentes estão correlacionados as suas respectivas questões. Sendo assim, o conteúdo sistemas sanguíneos está representado no pós e pré-teste na Q1a, os tipos sanguíneos equivalem a Q1b, tanto no pós como no pré-teste e os termos genótipos e fenótipos equivalem a Q1c no pós-teste e Q1cd no pré-teste.

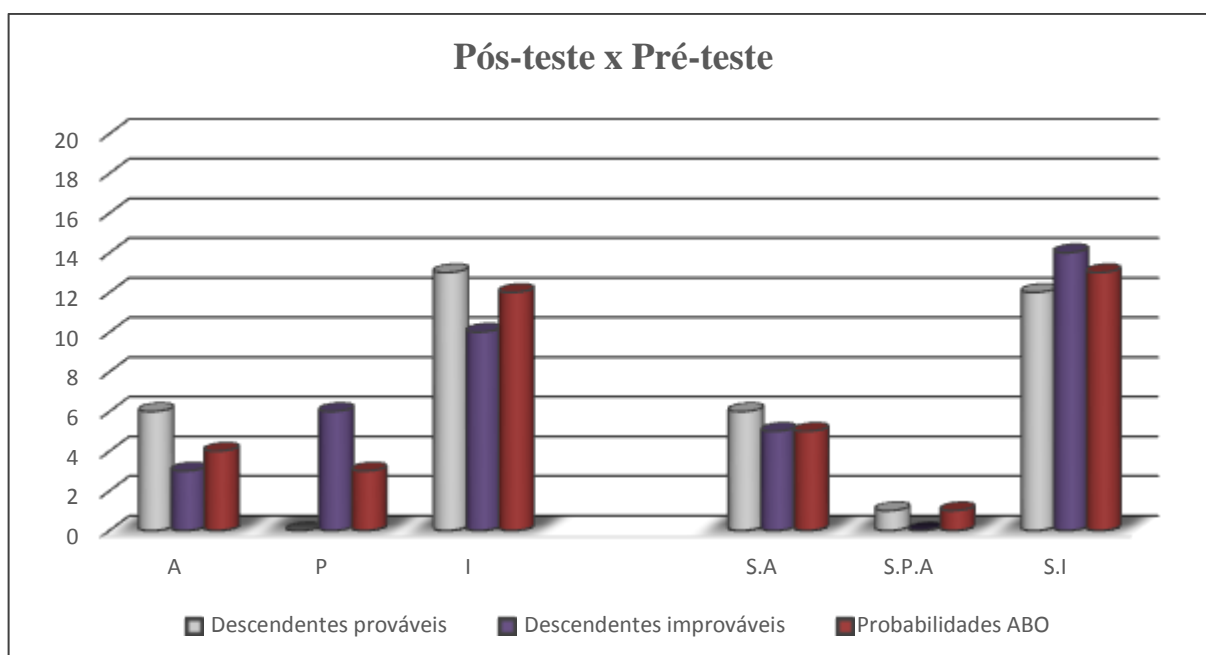
**Gráfico 3.** Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.



**Nota:** Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunoçores adequados), S.P.A (subsunoçores parcialmente adequados) e S.I (subsunoçores inexistentes).

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Para a interpretação dos dados do gráfico 3, os conceitos aglutinogênio e aglutinina correspondem a Q3 no pós-teste e a Q11 no pré-teste, dominante e recessivo equivalem a Q4 e Q8 no pós e pré-teste respectivamente, Q6 presente no pós-teste e Q7 no pré-teste para os conceitos de probabilidades Rh-, para probabilidades Rh+ as questões Q7 e Q6 estão contidas no pós e pré-teste nessa ordem e a Q8 no pós-teste e Q3 no pré-teste com o conceito sangue comum e raro.

**Gráfico 4.** Distribuição do quantitativo de respostas classificadas por conceito.

**Nota:** Classificação das categorias no pós-teste: A (adequado), P (plausível), I (Ingênuo). Classificação das categorias no pré-teste: S.A (subsunçores adequados), S.P.A (subsunçores parcialmente adequados) e S.I (subsunçores inexistentes).

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

Os conceitos descendentes prováveis, descendentes improváveis e probabilidades ABO, presentes no gráfico 4, correspondem as questões Q9, Q10 e Q11 no pós-teste e estes mesmos conceitos equivalem as questões Q10, Q9 e Q2 no pré-teste de modo respectivo.

Dessa forma, o significado de sistemas sanguíneos, tipos sanguíneos, alelos, fenótipos, dominância, recessividade, as proteínas presentes nas hemácias e no plasma, a utilização e interpretação das informações no quadro de Punnett para o sistema Rh e sistema ABO, a frequência dos tipos sanguíneos na população, o reconhecimento do doador e receptor universal, a incompatibilidade sanguínea e a identificação dos genótipos tornaram-se mais expressivos a partir da proposta de atividades desenvolvidas com caráter construtivista, permitindo que o aluno, ao ocupar o centro do processo de aprendizagem, pudesse ter mais autonomia no processo de desenvolvimento e construção do seu próprio conhecimento.

Os resultados das análises dos questionários à luz dos pressupostos elencados pela literatura foram favoráveis e permitem importantes discussões que dialogam plausivelmente com os objetivos desta pesquisa. Assim, as comparações das respostas do pré-teste e pós-teste propiciaram a verificação das modificações conceituais apresentadas pelos estudantes.

A constatação da insuficiência de subsunçores, verificada inicialmente, reforçou a necessidade da introdução dos organizadores prévios, que serviram como ancoradouros

provisórios durante a intervenção, e posteriormente contribuíram na assimilação dos conteúdos. Portanto, foi uma estratégia fundamental na superação do limite entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos apresentados. Esse mecanismo pedagógico propiciou, segundo Ausubel (2003), a aquisição e retenção desses conceitos a partir da manifestação e disposição dos alunos em associar essas informações de maneira não arbitrária e não literal à sua estrutura cognitiva.

Diante dessas observações, o professor precisa identificar os conhecimentos iniciais dos alunos, e caso constate que não são suficientemente adequados para subsidiar a nova informação, deve considerar a necessidade da utilização de um material potencialmente significativo em suas práticas, pois a elaboração de atividades estruturadas e organizadas sequencialmente em níveis de maior generalidade e inclusão, aplicadas no primeiro momento da sequência didática, forneceram conhecimentos relevantes que constituíram pontes cognitivas para a aprendizagem significativa dos conceitos dos sistemas sanguíneos.

#### **4.4 Introdução à elaboração do Mapeamento Conceitual**

Após a aplicação dos organizadores prévios em sala de aula, a pesquisadora explicou que os mapas conceituais podem ser importantes ferramentas para a organização dos estudos e a sua correta construção pode evidenciar a compreensão dos conteúdos. Os estudantes, após observarem a explicação, afirmaram conhecer a técnica, porém a denominaram de organograma, confusão que, para Moreira (2012-2013), comumente ocorre devido às similaridades de estrutura, mas devem ser corrigidas em virtude das funcionalidades distintas.

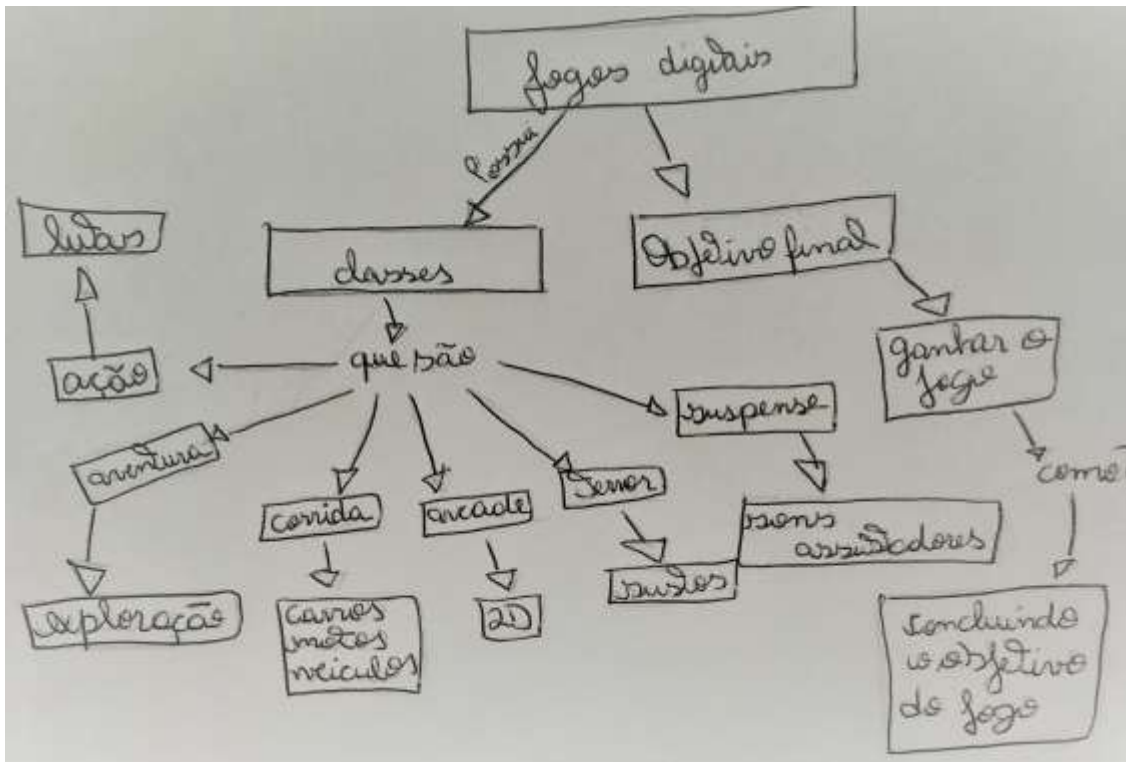
Assim, ao perceber o equívoco, a pesquisadora esclareceu que estas também são ferramentas gráficas, porém sua utilização restringe-se a estrutura organizacional de uma instituição ou empresa. Em seguida, a pesquisadora demonstrou imagens de MC's em slides em diferentes contextos para exemplificar os seus principais elementos constituintes (conceitos, proposições e palavras de ligação).

Os estudantes construíram, a pedido da professora, mapas conceituais com temas de suas preferências, que foram denominados Mapas Conceituais Amostrais. Embora assuntos relacionados à mitologia, esportes, música e conteúdos específicos da Biologia como a água e o *Aedes aegypti* tenham sido contemplados, os jogos eletrônicos foram o enfoque do grupo.

Nesta atividade foi possível observar os elementos presentes nas elaborações dos mapas amostrais dos estudantes e a forma como estabeleceram as conexões entre os mesmos. Assim, os mapas analisados das figuras abaixo permitem observar algumas similaridades, em

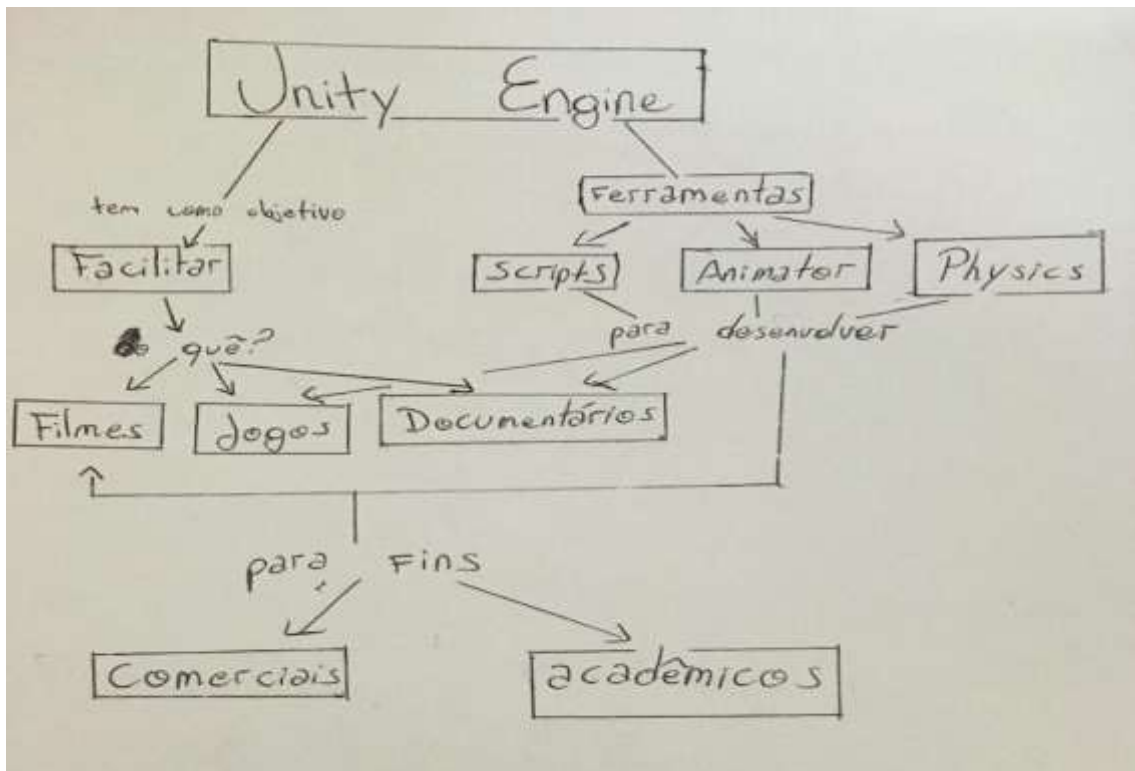
que os conceitos/ideias estão presentes, porém nota-se a ausência de algumas palavras de ligação, o uso de verbos na função de conceito e o emprego de conceitos que poderiam indicar exemplos. No entanto, percebe-se a tentativa de estruturação hierárquica com níveis primários, secundários e terciários.

O mapa elaborado pelo estudante P6 (Figura 6) demonstra um pouco da compreensão quanto à organização da hierarquia dos conceitos apresentados. O jogo digital atua como tema basilar, o conceito “classes” foi colocado em uma categoria secundária, mas torna-se precário ao considerar o item objetivo final como um conceito secundário, visto que, deve ser uma ramificação do conceito classes.



**Figura 6:** MC Amostral elaborado pelo P6.

O MC amostral elaborado pelo estudante P4 (figura 7) busca apresentar a organização hierárquica seguindo principalmente os critérios que objetivam o tema principal destacado, a ferramenta *Unity Engine*, e faz uma tentativa de criar os *cross links* para conectar conceitos presentes em domínios diferentes.



**Figura 7:** MC Amostral elaborado pelo P4.

No transcorrer da atividade foi possível perceber que os estudantes não apresentavam dúvidas e demonstraram agilidade na construção dos mapas conceituais, assim, acredita-se que a familiaridade do assunto abordado e a habilidade na construção de organogramas, embora sejam instrumentos com propósitos e estruturas diferentes dos mapas conceituais, podem ter corroborado na realização dessa atividade.

Sem pormenorizar, a utilização de mapas conceituais para esse retrato temático dissertado pode contribuir para elevar o nível de assimilação dos discentes. Sob esse entendimento, a proposta de elaboração de mapas conceituais aplicados antes e posterior ao processo de intervenção, na temática dos sistemas sanguíneos, constitui-se em uma importante ferramenta para a verificação de indicadores de aprendizagem.

Sendo assim, os mapas construídos pelos participantes foram analisados qualitativamente e o agrupamento dos dados foi fundamentado por meio dos pressupostos adaptados de Mendonça (2012). Para as análises iniciais dos MC's, a hierarquia conceitual, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa foram avaliadas segundo a classificação da autora: Alta (A), Média (M), Baixa (B) e Nula (N), conforme mostrada no Quadro 6.

**Quadro 6:** Categorias de análise da hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

<b>Categorias</b>	<b>Características</b>	<b>Informações relevantes</b>
Alta (A) Possui conceitos relevantes para compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes; está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos e os exemplos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas, presença ou não de exemplos.
Média (M) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Baixa (B) Indica ausência de compreensão do tema.	Apresenta um ou dois conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Possui hierarquia básica, demonstrando ou não sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.
Nula (N) Indica completa ausência de compreensão do tema	Não apresenta os conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Não há uma hierarquia básica, demonstra sequências lineares e conhecimentos simples.

**Fonte:** Mendonça (2012).

Seguindo as etapas da verificação, Mendonça (2012) categoriza os mapas conceituais quanto à sua qualidade e os classifica em Mapa Bom (MB), Mapa Regular (MR) ou Mapa Insuficiente (MI) (Quadro 7).

**Quadro 7:** Categorias de análise da qualidade do mapa conceitual.

<b>Categorias</b>	<b>Características</b>	<b>Informações relevantes</b>
MC Bom (MB) Indica maior compreensão do tema	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
MC Regular (MR) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.



<b>Categorias</b>	<b>Características</b>	<b>Informações relevantes</b>
MC Insuficiente (MI) Indica ausência de compreensão do tema.	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.

**Fonte:** Adaptado de Mendonça (2012).

Para essa classificação, é necessário considerar os critérios para a análise especificados pela autora como: Hierarquia Conceitual (HC), Total de Conceitos (TC), Conceitos Válidos (CV), Total de Proposições (TP), Proposições Válidas (PV), Relações Cruzadas (RC), quantidade de Exemplos (EX), Diferenciação Progressiva (DP) e Reconciliação Integrativa (RI), conforme referido no quadro 8.

**Quadro 8:** Critérios utilizados para a classificação dos MC.

<b>Critérios</b>	<b>Definição</b>
<b>Conceitos</b>	Palavras inseridas nos mapas que estão no interior de um quadrado ou de um círculo.
<b>Conceitos Válidos</b>	São palavras que estão relacionados direta ou indiretamente ao tema abordado. Verbos não foram considerados conceitos válidos, assim como as frases que não possuem sentido claro.
<b>Proposições</b>	Foram consideradas as “linhas” que fazem a ligação entre dois ou mais conceitos. Nessas proposições pode haver palavras de ligação, mas não são obrigatórias.
<b>Proposições Válidas</b>	São as “linhas” com ou sem palavras de ligação que possuem sentido na união entre dois conceitos.
<b>Relações Cruzadas</b>	São proposições que atravessam níveis hierárquicos, realizando uma ligação direta entre os lados.
<b>Exemplos</b>	Referem-se a modelos que servem para indicar uma aplicação direta do tema.

**Fonte:** Mendonça (2012).

#### 4.4.1 Análise Comparativa do MC inicial e MC final

Tendo em vista a análise do pré-teste e o diagnóstico da ausência de grande parte de subsunçores para o tema sistemas sanguíneos, a elaboração de mapas conceituais iniciais com o tema vigente foi introduzida nas atividades no período de aplicação dos organizadores

prévios para que houvesse a possibilidade de percepção da compreensão e das dificuldades apresentadas nos conteúdos abordados.

De posse dos resultados dos MC's iniciais analisados, verificou-se que um quantitativo de onze trabalhos mencionou os conceitos sangue e seus componentes (hemácias, plaquetas e glóbulos brancos), mas em sete destes casos a falta das palavras de ligações acarretou em associações desconexas entre esses conceitos e o tema central sistemas sanguíneos. Importa destacar que dois destes mapas foram compostos apenas pelas células sanguíneas e, portanto, não houve menção de nenhum dos sistemas sanguíneos trabalhados, retratando a carência de conteúdo aplicado na construção dessas ferramentas.

Outro fator de relevância a ser relatado consiste em algumas ideias expressas de forma muito extensas e fora das caixas, a ausência ou poucas palavras ou frases de ligações e o número de conceitos muito reduzido em grande proporção dos constructos. Em decorrência disso, a estrutura hierárquica desses conceitos e ideias ficou comprometida e com escassa possibilidade para estabelecer ligação entre os assuntos de cada sistema sanguíneo, representados principalmente pelos domínios ABO e Rh, tendo em vista que nenhuma obra abordou o sistema MN.

Assim sendo, o sistema sanguíneo mais utilizado foi o sistema ABO e o sistema Rh foi inserido em oito trabalhos, eventualmente destacado como um domínio ou apenas com a presença de alguns conceitos relacionados ao seu fenótipo ou genótipo. No entanto, em alguns MC's, determinados conceitos do sistema Rh estavam inseridos no domínio do sistema ABO sem demonstrar de forma clara as relações entre as ideias estabelecidas.

Nesse sentido, foi possível constatar que, de acordo com os critérios estabelecidos e avaliados, os MC's iniciais foram classificados, em sua totalidade, quanto à qualidade em Mapas Insuficientes. Dessa forma, com o propósito de verificar a evolução conceitual ocorrida no decorrer do processo, os MC's elaborados pelos sujeitos participantes da pesquisa com o tema sistemas sanguíneos foram analisados por meio da comparação entre a construção inicial e final.

Prosseguindo a apreciação, os dados pertinentes aos MC's propostos ao término das atividades de intervenção permitem declarar um notório progresso na assimilação dos conteúdos ministrados. Constata-se, portanto, que os constructos apresentam um aumento significativo de conceitos utilizados e conexões, em sua grande maioria, que expressam uma síntese coerente das ideias descritas.

O tema empregado explicita em 10 trabalhos o sistema ABO, sistema Rh e sistema MN constituindo três domínios distintos, 6 trabalhos mencionam o sistema ABO e Rh e 3

representações abordam somente o sistema ABO, os elementos constituintes do sangue, tema introdutório da sequência didática, permaneceram em 15 registros.

As produções finais dos estudantes P5, P9 e P14 não configuravam a ferramenta gráfica e em decorrência dos critérios estipulados foram avaliados como mapas regulares e insuficiente. Todavia, é importante mencionar que as ideias expressas, ainda que extensas e sem estarem contidas em caixas ou simplesmente isoladas dos demais itens, indicavam conceitos fundamentais e demonstravam a apropriação do material apresentado.

Assim, como demonstrados no quadro 9, a avaliação dos mapas conceituais segue em conformidade com as especificações de Mendonça (2012) como referência para validação da sucessão e efetivação da aprendizagem.

**Quadro 9:** Comparativo da Qualidade dos MC's Iniciais e Finais, de acordo com Mendonça (2012).

Alunos	MC's	Critérios									QM
		HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
P1	Inicial	B	14	14	13	09	-	-	B	B	MI
	Final	A	31	25	35	34	-	-	A	B	MB
P2	Inicial	B	13	13	12	12	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	20	17	-	-	M	B	MR
P3	Inicial	B	25	21	26	18	-	-	B	B	MI
	Final	B	27	27	30	30	-	-	B	B	MB
P4	Inicial	B	10	9	12	11	-	-	B	B	MI
	Final	B	10	10	11	11	-	-	B	B	MI
P5	Inicial	B	17	9	12	2	-	-	B	B	MI
	Final	B	33	33	20	16	-	-	B	B	MR
P6	Inicial	N	7	6	6	5	-	-	N	N	MI
	Final	B	16	16	15	15	-	-	B	B	MR
P7	Inicial	B	9	9	8	5	-	-	B	B	MI
	Final	A	24	24	26	22	-	-	A	M	MB
P8	Inicial	B	22	11	21	9	-	-	B	B	MI
	Final	A	34	34	32	32	-	-	A	M	MB
P9	Inicial	B	5	5	24	4	-	-	B	B	MI
	Final	M	21	21	19	16	-	-	M	B	MR

Alunos	MC's	Critérios									QM
		HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
P10	Inicial	N	7	7	6	5	-	-	N	N	MI
	Final	B	17	17	17	10	-	-	B	B	MI
P11	Inicial	N	5	5	4	1	-	-	N	N	MI
	Final	M	26	26	25	23	-	-	M	B	MR
P12	Inicial	B	12	11	6	-	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	22	10	-	-	M	B	MR
P13	Inicial	B	8	8	9	9	-	-	B	B	MI
	Final	M	22	22	21	21	-	-	M	B	MR
P14	Inicial	B	11	8	11	12	2	-	B	B	MI
	Final	B	18	17	15	14	-	-	B	B	MI
P15	Inicial	N	9	9	7	4	-	-	N	N	MI
	Final	M	32	32	31	20	-	-	M	B	MR
P16	Inicial	B	9	9	8	5	-	-	B	B	MI
	Final	B	18	18	17	12	-	-	B	B	MR
P17	Inicial	B	12	12	12	10	-	-	B	B	MI
	Final	B	5	5	4	2	-	-	B	B	MI
P18	Inicial	B	8	7	5	1	-	-	B	B	MI
	Final	B	25	25	18	16	-	-	B	B	MR
P19	Inicial	B	14	14	13	12	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	24	18	-	-	M	M	MR

**Nota:** HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MI = Mapa Insuficiente.

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

A utilização da ferramenta para promover aprendizagem significativa demonstrou, de fato, conforme Moreira (2012b) afirma não se apoiar em uma forma única e correta sobre determinado assunto, mas que deve ser considerada dinâmica e, portanto, em constante reorganização, tal como a própria estrutura cognitiva do estudante.

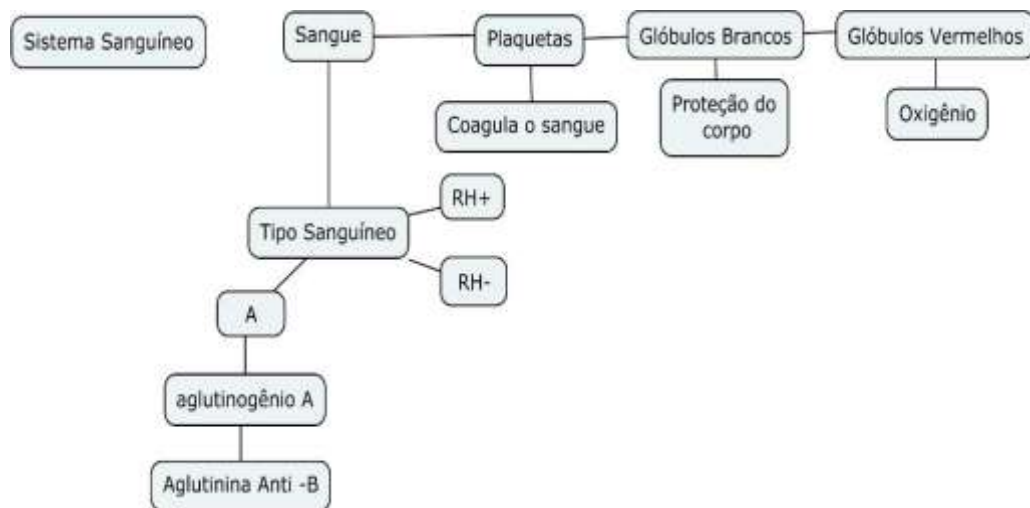
Nesse aspecto, como mostra o quadro 9, os mapas conceituais iniciais e finais, quando equiparados, apontam para uma melhor compreensão e interação com o conteúdo proposto, o

que evidencia os conhecimentos em construção desses estudantes e torna o instrumento um recurso pedagógico eficaz de ensino não convencional.

Assim, a fim de visualizar as relações instauradas com maior transparência, bem como a disposição hierárquica dos constructos elaborados, os mapas conceituais selecionados foram reproduzidos por meio do software *Cmap Tools 6.02*. Contudo, salienta-se que as informações registradas pelos sujeitos constituintes da pesquisa em suas representações gráficas foram transcritas para este relatório na íntegra.

Para exemplificar, serão demonstradas as análises comparativas dos constructos iniciais e finais de três estudantes selecionados ocasionalmente.

Sendo assim, o estudante P1 em seu mapa inicial (figura 8) utilizou catorze conceitos, todos considerados válidos. Fez uso de conceitos relacionados à parte introdutória do estudo sobre o sangue e seus componentes, porém, observa-se o conceito principal “Sistema Sanguíneo” desconectado do diagrama. Percebe-se, também, a inexistência de palavras de ligação, a relação estabelecida equivocadamente entre aglutinogênio A e aglutinina anti-B e a escassez de muitos itens relacionados ao tema. Essa análise propõe o aperfeiçoamento dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa utilizados em virtude da reduzida hierarquia dos temas abordados.

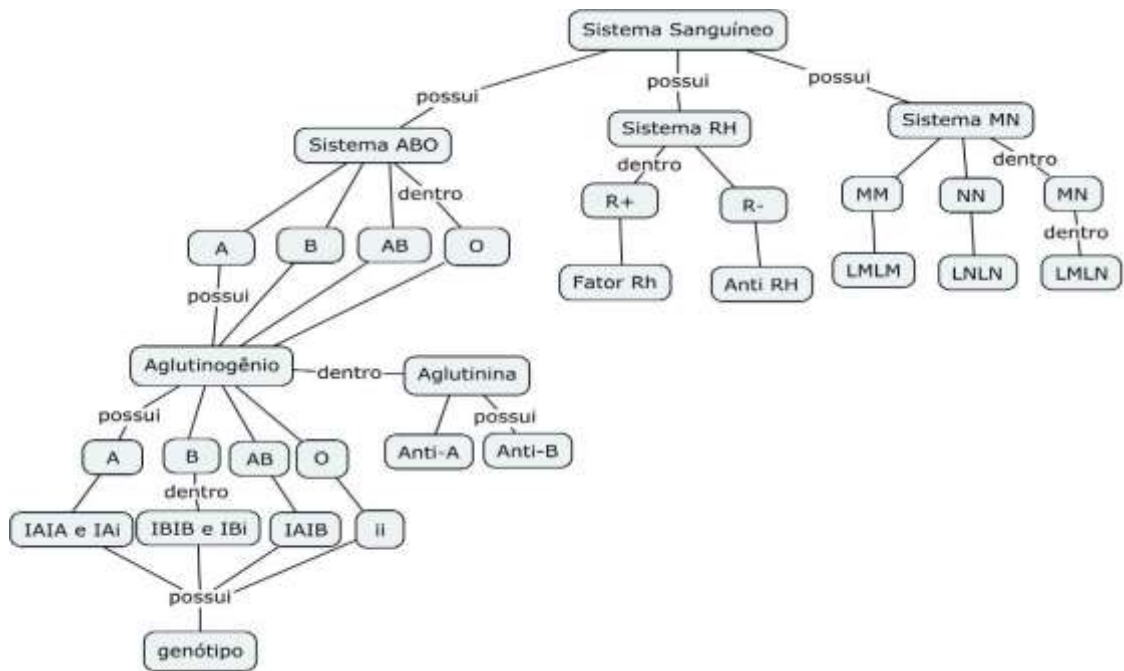


**Figura 8:** MC Inicial elaborado pelo P1.

Assim, o MC do estudante foi classificado como Mapa Insuficiente e a sua estrutura reafirma o resultado obtido pelas respostas no pré-teste acerca da deficiência de subsunções para o tema apresentado e a construção do mapa pauta-se unicamente nos assuntos introduzidos por meio dos organizadores prévios. Assim como a elaboração dos MC foi

proposta antes do processo de intervenção, observa-se a necessidade das ideias presentes nessa representação gráfica serem mais bem estruturadas e incluir outros elementos constituintes dos sistemas sanguíneos.

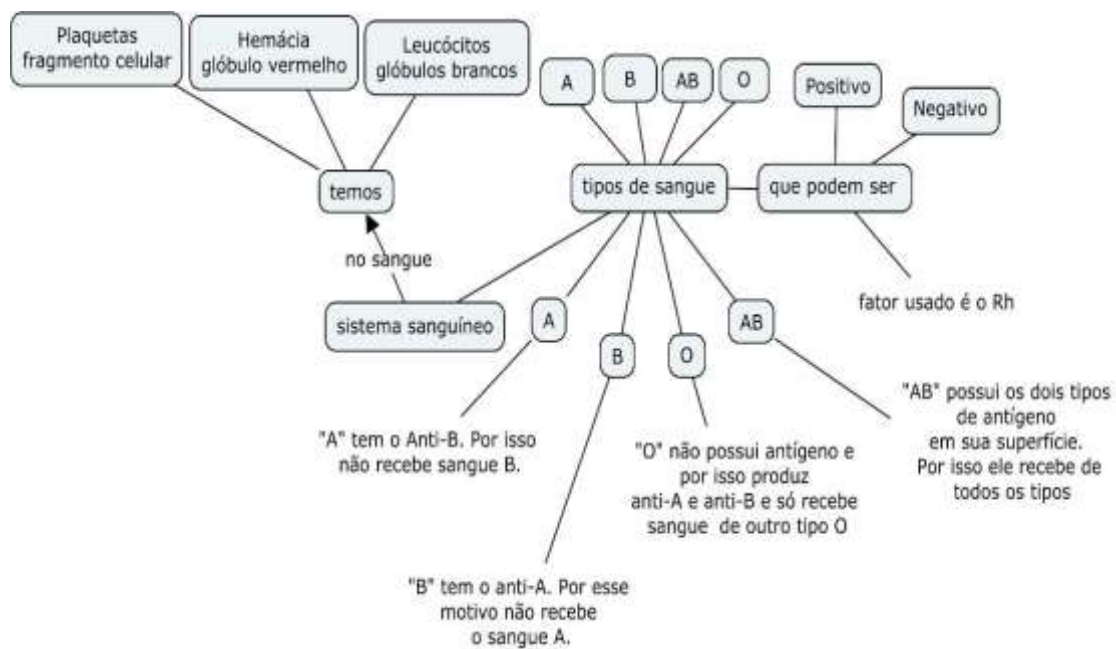
A atividade final (figura 9), do mesmo estudante, retrata o aprimoramento da construção em relação ao mapa anterior.



**Figura 9:** MC Final elaborado pelo P1.

O aumento do número de novos conceitos é notório, apresentando 31 conceitos, abrangendo características dos sistemas ABO, Rh e MN em três domínios distintos. Nota-se claramente a percepção do estudante acerca do conteúdo e a habilidade em diferenciar as particularidades de cada sistema por meio da diversidade de conceitos relevantes e intrínsecos ao tema. Assim, há demonstração do fenótipo e genótipo do sistema MN, antes totalmente inexplorado pela turma, da presença de proteínas específicas do sistema Rh e o detalhamento de vários conceitos do sistema ABO representados pelo fenótipo, genótipos e as proteínas no plasma e na membrana das hemácias. No entanto, deve-se notar a descrição “R+” e “R-“, quando deveriam ser Rh+ e Rh-, a repetição dos conceitos tipos sanguíneos, retratados pelos A, B, AB e O, a conexão imprópria entre aglutinogênio e aglutinina e a tentativa de utilização de palavras de ligação simples em algumas proposições, são itens que merecem atenção, mas não comprometem expressivamente o conteúdo apresentado e a constatação da apropriação desses saberes.

Nota-se, no constructo inicial do estudante P8 (figura 10), algumas irregularidades estruturais, como os duplos conceitos dos componentes do sangue em uma mesma caixa, a repetição dos tipos sanguíneos A, B, AB e O, os conceitos “temos” e “que podem ser” constituídos por verbos, frases de ligação que poderiam ser transformadas em conceitos e as ideias relacionadas aos tipos A, B, AB e O fora das caixas. Consta-se a presença do sistema sanguíneo ABO, mesmo que não identificado no esquema e embora haja a conexão dos termos positivo e negativo não há menção ao sistema Rh, nas ideias relacionadas às transfusões sanguíneas existem algumas informações incompletas, como a ausência de referência aos sangues A e B receber também sangue O e a ênfase dada ao antígeno no tipo AB, quando na verdade, o anticorpo que determina os tipos de sangue permitidos em uma transfusão. Essas informações permitiram quantificar apenas 11 conceitos válidos dos 22 apresentados e nove proposições válidas das 21 inseridas no mapa.



**Figura 10:** MC Inicial elaborado pelo P8.

Ademais, o esquema estabelece conexões com logicidade e informações consideráveis, como resultado, a representação gráfica apresenta uma hierarquia relevante em que, os conceitos “tipos de sangue” e seus componentes (plaquetas, hemácias e leucócitos) estão subordinados ao tema central “sistema sanguíneo”. Todavia, o MC foi classificado como Insuficiente, dessa forma, é necessário que o aluno consiga explorar as ideias do conteúdo apresentado de forma mais abrangente.

A superação da deficiência na elaboração estrutural de mapas conceituais tornou-se notória ao observar a produção final do P8 (Figura 11) que apresenta um aumento expressivo do número de conceitos, a presença dos Sistemas Rh e MN, oculto no mapa anterior, a correta divisão das partes do sangue em “líquida” e “sólida” com seus constituintes e suas respectivas funções, a descrição dos genótipos e fenótipos, a inserção, ainda que simples, das palavras de ligação e a apresentação do “Rh nulo”, essa informação adicional ocorreu por interesse do próprio estudante que decidiu pesquisar durante a aula na sala de tecnologia um pouco mais sobre o Sistema Rh e se surpreendeu pela existência de um fenótipo não apresentado durante as aulas e indagou à pesquisadora que forneceu ao participante mais esclarecimentos sobre o tipo sanguíneo descoberto. Todavia, percebe-se no MC que não há conexão do conceito “sangue” ao conceito “Sistema Sanguíneo”, provavelmente uma distração do aluno em estabelecer essa associação. O MC Final elaborado, apresentou o dobro de conceitos, quando comparado ao mapa anterior e 32 proposições, todos considerados válidos, assim, de acordo com os critérios, foi classificado em Mapa Bom.

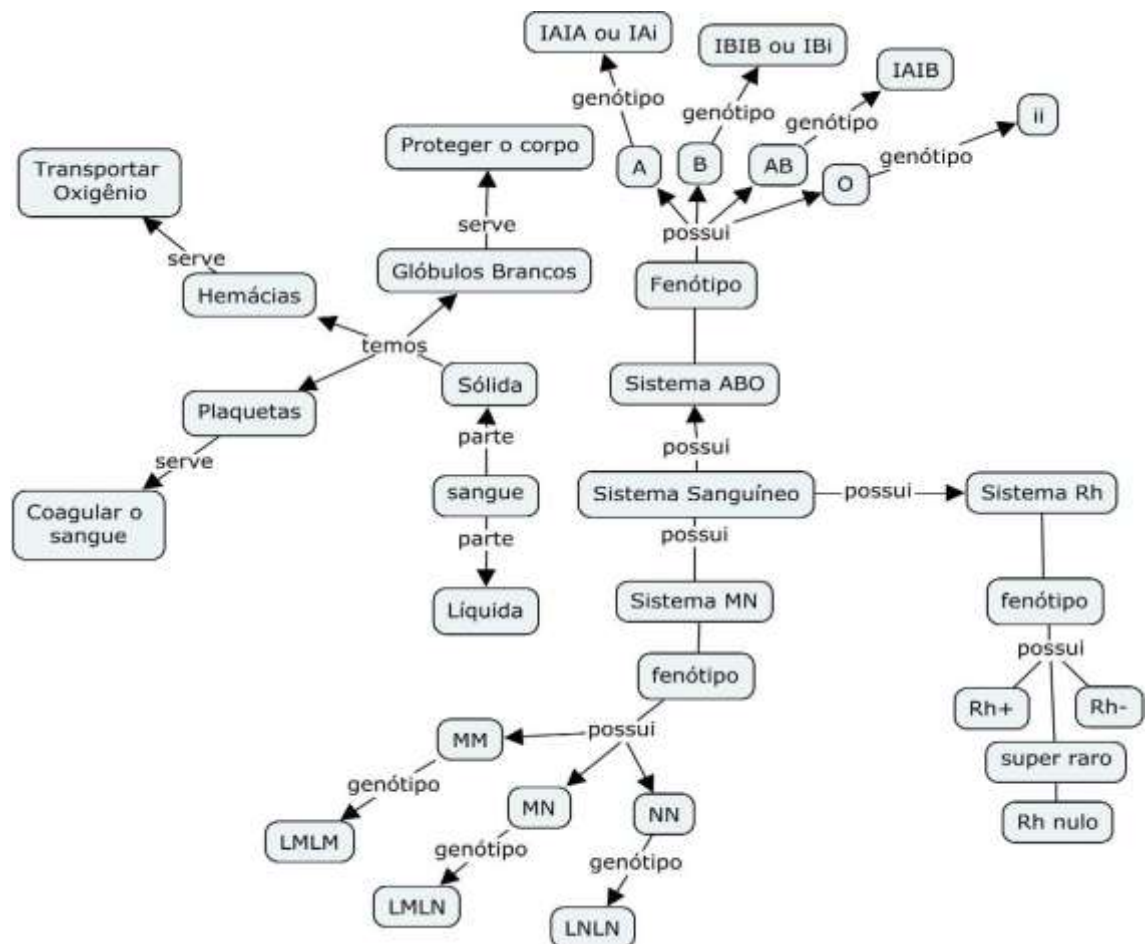


Figura 11: MC Final elaborado pelo P8.



O MC construído pelo estudante P15 (Figura 12) apresenta dois conceitos principais, “Sistema Sanguíneo” e “Tipagem sanguínea” sem estabelecer conexão entre eles. O participante apenas menciona os tipos A, B, AB e O e os conecta, sem o uso de palavras de ligação ao conceito “Tipagem sanguínea” e os componentes do sangue, “hemácias”, “leucócitos” e “plaquetas” relacionados diretamente ao sistema sanguíneo, assim o estudante poderia acrescentar a palavra de ligação “sangue” como conceito, pois são ideias intimamente relacionadas, em virtude disso, apenas quatro proposições foram consideradas válidas. Ressalta-se que os conceitos apresentados são muito gerais, ou seja, requer mais especificidades, não há relações cruzadas, o que categoriza a diferenciação progressiva e reconciliação integrativas como baixas, classificando o MC como Insuficiente.



**Figura 12:** MC Inicial elaborado pelo P15.

O Mapa Conceitual Final (figura 13) retrata quatro domínios subordinados ao conceito inclusor “Sistema Sanguíneo” representados pelo sangue, sistema ABO, sistema MN e sistema Rh e suas especificidades. Esse esquema, quando equiparado ao mapa anterior demonstra o aperfeiçoamento no aprendizado da arquitetura do MC em decorrência dos novos conceitos inseridos, totalizando 34 conceitos e todos validados, das conexões bem estabelecidas, dos níveis hierárquicos elaborados e a tentativa de utilização, ainda que repetidas, de palavras-chave em todas as proposições, o que reflete a organização conceitual presente na estrutura cognitiva do estudante. No entanto, algumas ressalvas são necessárias, como os conceitos “glóbulos brancos” e “plaquetas” que não poderiam estar submissos ao conceito “hemácias”, por representar o mesmo nível hierárquico e o equívoco entre os termos técnico fenótipo e genótipo ocorridos nos domínios “sistema MN” e “sistema Rh”. A avaliação permite classificar o mapa como Bom.

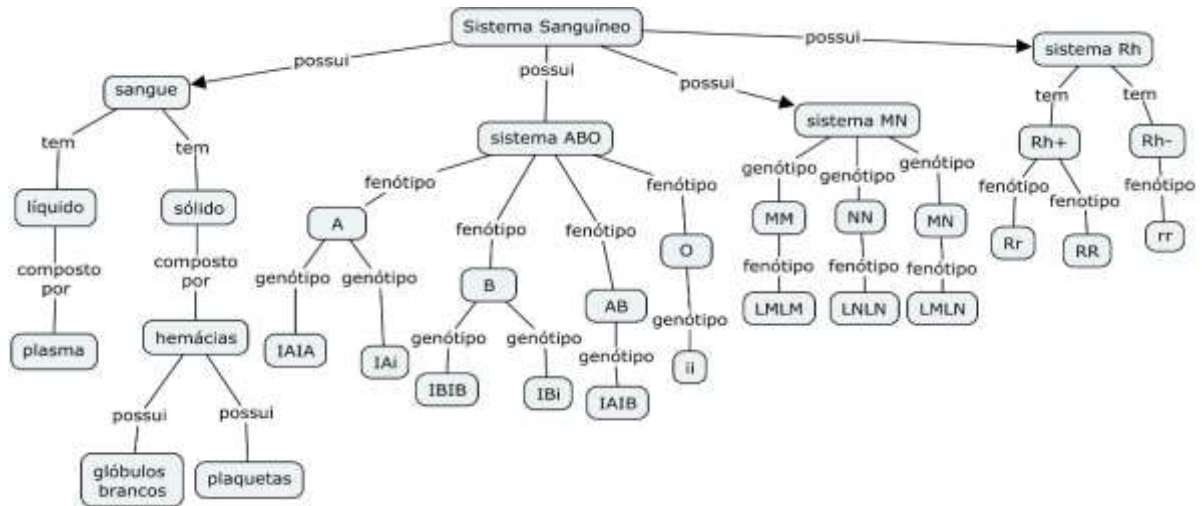


Figura 13: MC Final elaborado pelo P15.

A análise dos mapas conceituais foi utilizada para a verificação de Aprendizagem Significativa. Neste sentido, houve maior empenho para investigar as informações, com base na TAS, que eles apresentaram em suas representações, ou seja, em seus mapas conceituais, ao invés de estabelecer escores quantitativos, baseados em pontuações para as diferentes construções. Assim, a análise foi puramente qualitativa.

De acordo com Vinholi Junior (2015, p. 104), um mapa conceitual “contribui com valores intrínsecos, porque ajuda os que o utilizam a explicitar o conteúdo de sua própria aprendizagem e a organizá-lo de forma lógica e idiossincrática”. Assim, neste trabalho, a utilização dos mapas conceituais na sequência didática foi considerada como uma importante estratégia que norteia a metodologia qualitativa de investigação no ensino de ciências.

A análise comparativa das representações gráficas revelou que, de forma geral, a estrutura conceitual dos mapas posteriores são qualitativamente melhores do que a estrutura conceitual dos mapas anteriores à intervenção, contudo, importa acentuar a ausência de diversos subsunçores para os termos apresentados no início do estudo e a alta complexidade dos conteúdos trabalhados, fatores que proporcionam uma relevância ainda mais apreciável para a evolução dos conceitos compreendidos. Com isso, o aperfeiçoamento hierárquico na construção dos esquemas e a apropriação de novos conceitos relativos à temática tornam a utilização dos MC uma ferramenta importante para verificação da modificação da estrutura cognitiva do estudante, o que evidencia uma aprendizagem significativa.

#### 4.5 Análise de uma nova situação de aprendizagem

A elaboração de uma atividade que aborde a temática aplicada em outra perspectiva, até então não vislumbrada pela turma, torna-se uma importante ferramenta para constatar a ocorrência da aprendizagem significativa, uma vez que a resolução da problemática formulada requer, a partir dos conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, a incorporação das novas ideias apresentadas, promovendo a reestruturação dos subsunçores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Assim sendo, o instrumento proposto constituiu-se de um caso hipotético da troca de três bebês na maternidade da cidade de Campo Grande-MS, e a partir dos fatos apresentados em três etapas subsequentes, os alunos deveriam elucidar o caso, devolvendo ao final da incógnita, os bebês para os verdadeiros pais.

Dessa forma, com base em alguns elementos fornecidos, a etapa inicial restringia-se na precisão dos tipos sanguíneos do sistema ABO dos pais das famílias Nascimento, Silva e Borges. A etapa posterior seguiu-se com a identificação dos tipos sanguíneos do sistema ABO e Rh para os três bebês envolvidos, agora de posse dos tipos sanguíneos dos pais e também dos bebês, a última etapa consolidava-se, efetivamente, na troca dos bebês, a partir do reconhecimento dos genitores de cada bebê.

A solução para essa situação inusitada demandava, além das informações fornecidas, os dados das resoluções anteriores, tornando a problemática sequencial e progressivamente desafiadora. Compreende-se, portanto, que as atividades de investigação atuam como auxiliares para o desenvolvimento de habilidades e podem despertar a curiosidade e o interesse dos educandos pela interpretação dos fenômenos apresentados e na tentativa de solucionar a problemática proposta os estudantes são estimulados a observar, analisar, criar estratégias e hipóteses e refletir sobre as diferentes possibilidades, tornando a atividade prazerosa e diminuindo a possibilidade de aprendizagem mecânica, sem as lacunas provocadas pelo processo da memorização.

A tabela 4 demonstra o quantitativo, em porcentagem, de erros e acertos na tentativa de solucionar o problema das três famílias representadas.

**Tabela 4:** Acertos e erros em porcentagem nas etapas da nova situação de aprendizagem.

<b>Etapa</b>	<b>Familiares</b>	<b>Porcentagem de acertos</b>	<b>Porcentagem de erros</b>
1ª. Tipos sanguíneos	Nascimento	94,7%	5,3%

dos pais	Silva	94,7%	5,3%
	Borges	94,7%	5,3%
2ª. Tipos sanguíneos dos bebês	Bebê 01	94,7%	5,3%
	Bebê 02	94,7%	5,3%
	Bebê 03	94,7%	5,3%
3ª. Elucidação do caso	Nascimento	84,2%	15,8%
	Silva	84,2%	15,8%
	Borges	89,5%	10,5%

**Fonte:** elaborado pela pesquisadora.

As etapas careciam de conhecimentos das proteínas encontradas no plasma e na membrana das hemácias, o reconhecimento do doador e receptor universal, as transfusões permitidas e a compreensão de termos específicos dos sistemas ABO e Rh tais como, genótipo, homocigoto, heterocigoto e recessivo para a correta identificação dos tipos sanguíneos dos pais e dos bebês, bem como a utilização do quadro de Punnett para o esclarecimento final.

Dezessete estudantes responderam corretamente e apenas dois acertaram parcialmente a etapa que corresponde a identificação dos tipos sanguíneos dos pais. Para a segunda etapa, um quantitativo de catorze estudantes identificaram os tipos sanguíneos dos bebês e cinco identificaram parcialmente. Destes, importa registrar que somente um errou o tipo sanguíneo de duas famílias para o sistema ABO, um acertou parcialmente e três erraram integralmente o tipo sanguíneo para o sistema Rh, totalizando uma porcentagem de acertos nas duas etapas de 94,7%. No veredito do caso, dois participantes não obtiveram êxito no reconhecimento dos verdadeiros pais e um identificou o filho de uma única família, resultando em um percentual de resolução do problema de 89,5% para a família Borges e 84,2% para as famílias Nascimento e Silva.

Os resultados da análise da situação formulada declaram um forte indicativo da assimilação dos conteúdos, esses conceitos compreendidos e contextualizados apontam as potencialidades na resolução de problemas apresentadas em conformidade com os dados amostrados e são impulsionadoras do testemunho de uma aprendizagem significativa.

## 4.6 Análise da construção dos jogos digitais

Os alunos participantes elaboraram e construíram cinco jogos com o tema sistemas sanguíneos sob a supervisão e orientação da pesquisadora para os conteúdos de genética e um técnico colaborador como suporte para os conteúdos da área específica em programação de jogos digitais, proporcionando à pesquisa um caráter interdisciplinar, referência imprescindível para a execução satisfatória do projeto.

Contudo a análise mais eminente dialoga com os objetivos da pesquisa e consistem, portanto, na avaliação da aprendizagem na medida que se verifica a aplicabilidade dos conceitos interiorizados pelos estudantes na produção dos jogos. Sendo assim, não compete nesta dissertação uma investigação que justifique a utilização dos jogos concluídos como recursos didáticos para promover a aprendizagem significativa de conceitos de Genética para um público externo, todavia essa possibilidade não é excludente, apenas recomenda-se um estudo mais pormenorizado para esse fim.

Prosseguindo as investigações, as características gerais e principais abordagens dos conteúdos de cada jogo estão descritas nas subseções abaixo.

### 4.6.1 Quiz Bio (Questionário Bio)

Inicialmente os estudantes decidiram o conceito de jogo a ser construído e optaram pelo *quiz*, em seguida elaboraram um teste com doze perguntas específicas do conteúdo de sistema sanguíneo ABO e Rh selecionadas aleatoriamente, esse tipo de jogo objetiva avaliar os conhecimentos adquiridos pelo jogador mensurados pela pontuação dos acertos obtida ao término do jogo.

O jogo foi desenvolvido na plataforma *Khan Academy*<sup>7</sup>, uma ferramenta educacional disponibilizada gratuitamente e de fácil exploração dos seus recursos. O código-fonte do *quiz* de outra disciplina serviu de base para a elaboração do código desse jogo (figura 14), a linguagem de programação utilizada foi a *JavaScript*<sup>8</sup> e posteriormente o jogo foi inserido no *wix.com*, uma plataforma livre e on-line de criação e edição de sites e seu acesso é permitido pelo link <https://raphaeldossantos26.wixsite.com/quizbio>. A edição final aprimorou a aparência do jogo, tornando-o mais atrativo e temático com o desenho das hemácias como imagem de plano de fundo (figura 15).

---

<sup>7</sup> Acesso pelo link: <https://pt.khanacademy.org/>

<sup>8</sup> Acesso pelo link: <https://www.javascript.com/>

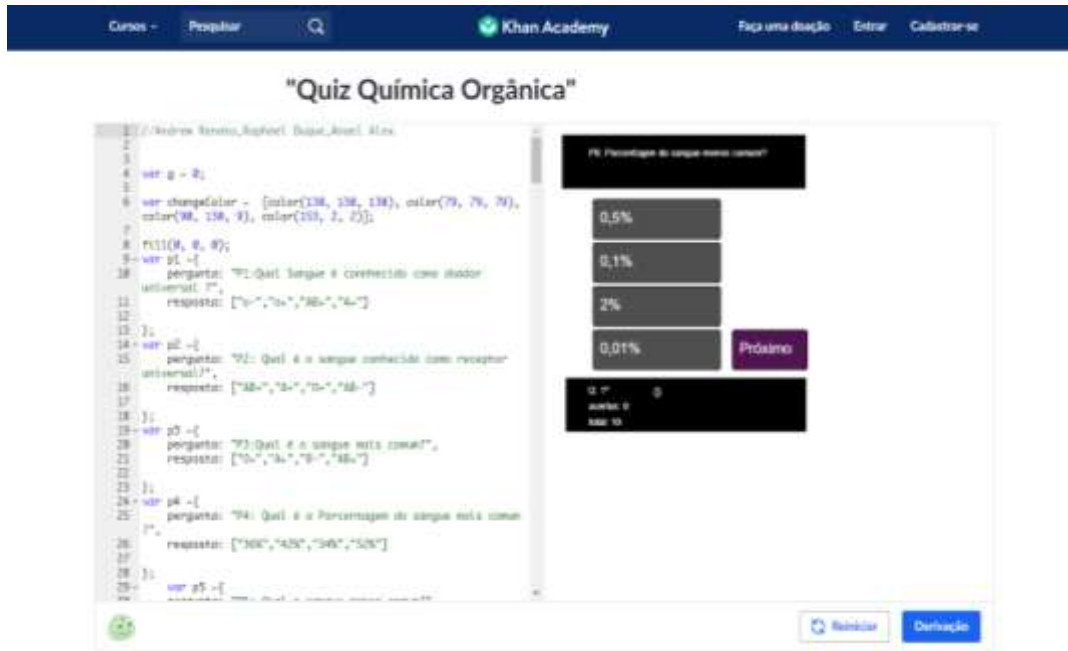


Figura 14: Parte do código do jogo *Quiz Bio*.



Figura 15: Jogo *Quiz Bio* concluído.

Os conceitos utilizados estão demonstrados nas questões abaixo elaboradas pelos estudantes.

- Qual é o tipo sanguíneo sem aglutinina?
- Qual é a porcentagem de sangue mais comum?
- Qual o sangue menos comum?

- Qual é o sangue mais comum?
- Porcentagem do sangue menos comum?
- Qual a porcentagem do sangue mais comum?
- Que condição uma criança nasceria com eritroblastose fetal?
- O sangue "O" recebe qual tipo sanguíneo?
- Qual é o sangue conhecido como receptor universal?
- Qual sangue é conhecido como doador universal?
- No cruzamento entre pai do grupo A e uma mãe do grupo B, os dois sendo heterozigotos, qual a porcentagem do filho ser AB?
- Qual é o tipo sanguíneo sem aglutininogênio?

É certo que os estudantes explicitaram, nas perguntas formuladas, os saberes adquiridos ao longo do processo e os registros de observações da pesquisadora constataam que as respostas corretas também estavam intrínsecas na compreensão do grupo, mas as discussões, pesquisas e consultas à pesquisadora eram constantes, o que tornava o procedimento dinâmico e favorável à construção do conhecimento científico.

#### 4.6.2 *Blood Hunter* (Caçadores de Sangue)

Os desenvolvedores do jogo *Blood Hunter* (Caçadores de Sangue), figura 16, utilizaram na plataforma *Unity* o *C Sharp* (C#)<sup>9</sup>, uma linguagem de programação simples e moderna, própria para iniciantes, criada pela Microsoft<sup>10</sup> como parte da plataforma.NET. No entanto, o nível de dificuldade emergiu ao programar o jogo para dispositivos mobile na plataforma JVM e SDK, uma sugestão do grupo motivada pela larga utilização de android pelos jogadores.

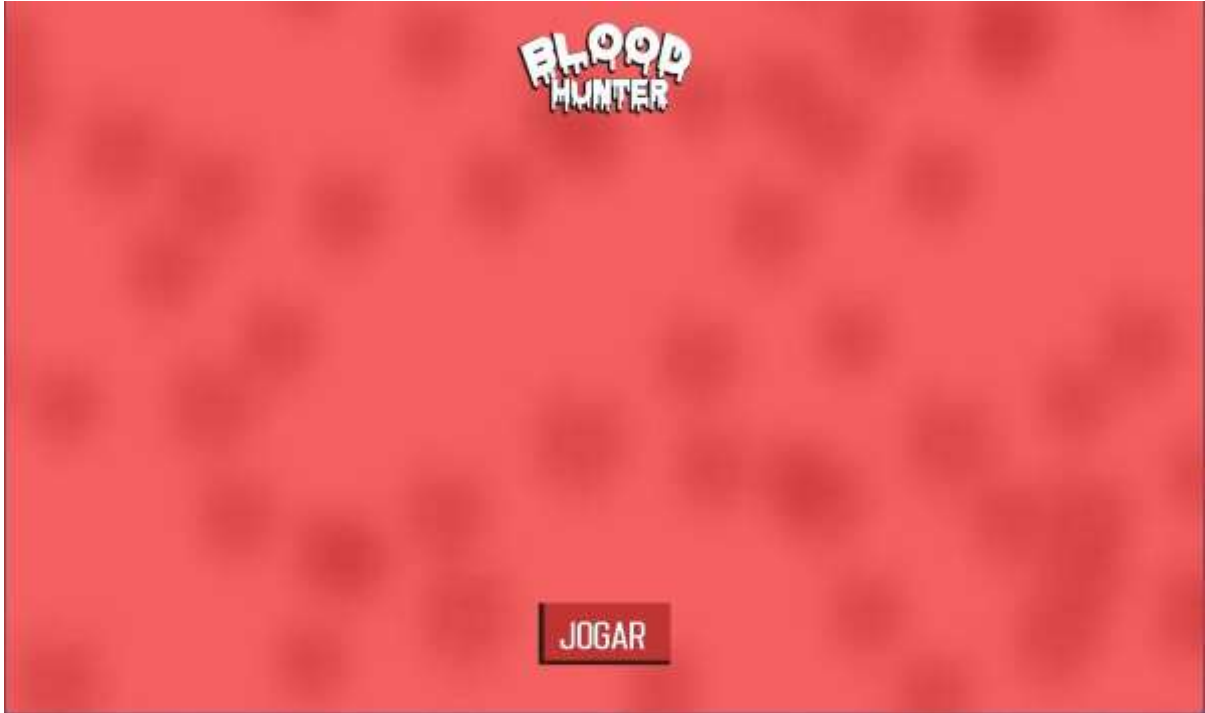
O *photoshop* foi a ferramenta utilizada para o design das hemácias, a criação das ilustrações exprime o entendimento plausível dos estudantes sobre as proteínas presentes na membrana das hemácias, portanto, cada tipo sanguíneo apresenta aglutinogênios específicos para sua identificação (Figura 17).

Esse cenário destina-se à realização das transfusões sanguíneas, assim, para obter pontuação e prosseguir até a terceira fase, que aumentam gradativamente a velocidade das hemácias, o grupo sanguíneo principal deve colidir com os grupos sanguíneos compatíveis,

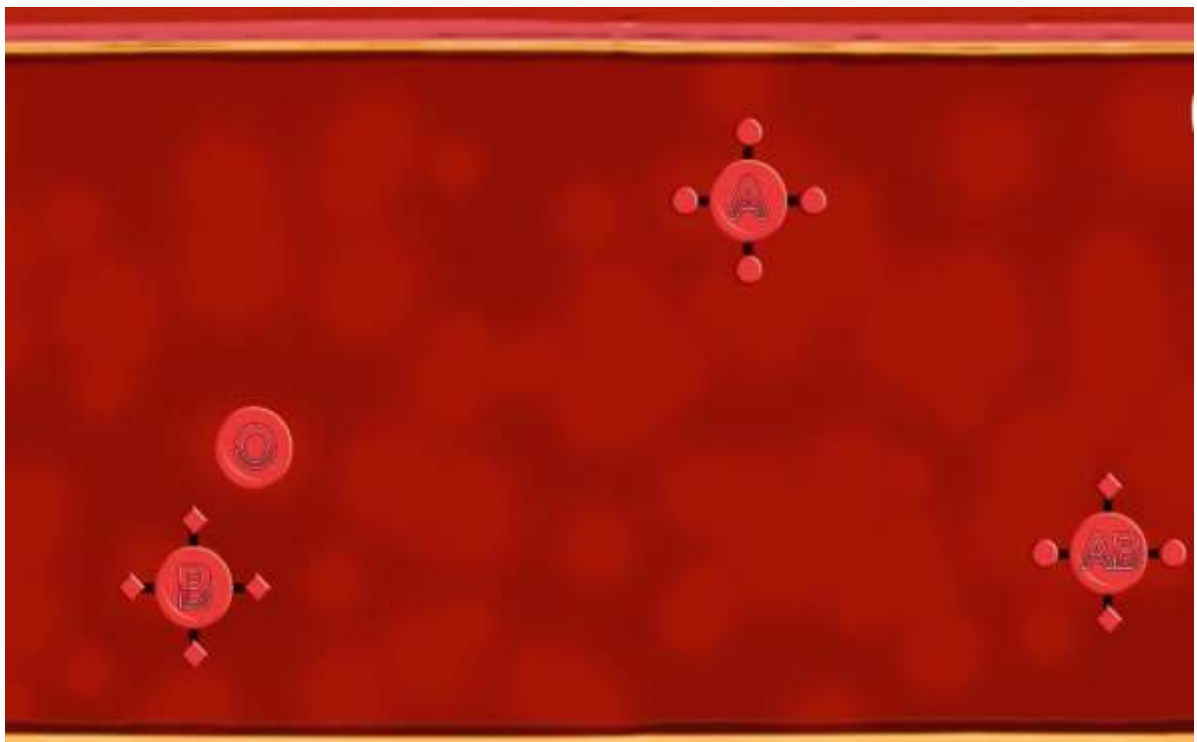
<sup>9</sup> Acesso pelo link: <https://www.microsoft.com/pt-br/p/csharp/9n4w6bhc0html#activetab=pivot:overviewtab>

<sup>10</sup> Acesso pelo link: <https://www.microsoft.com/pt-br>

caso contrário, o jogador perderá (Figura 18). Trata-se de um jogo de ação construído em um ambiente estimulador e de criatividade e que requer o pleno domínio e aplicação das reações de hemaglutinação.



**Figura 16:** Menu principal ou *main menu* do jogo *Blood Hunter*.



**Figura 17:** Design dos grupos sanguíneos A, B, AB e O.





**Figura 18:** Tela de pontuação ou *High Score*.

#### 4.6.3 *Blood Memory* (Memória de Sangue)

É um jogo da memória (Figura 19) do gênero *puzzle*, fundamentado na aprendizagem dos sistemas ABO, Rh e MN. A funcionalidade do jogo consiste em equiparar as cartas com os fenótipos aos genótipos correspondes, dessa forma, o objetivo é identificar todos os pares no menor período de tempo possível.



**Figura 19:** Menu principal ou *main menu* do jogo *Blood Memory*.

A equipe utilizou como método a linguagem de programação C# na plataforma *Unity* e os elementos presentes nas cartas, bem como em todo visual do jogo, foram desenvolvidos no *Photoshop*. Contudo, para que o jogo se tornasse mais complexo e desafiador, três fases (Figura 20) foram elaboradas para o aumento gradativo do número de pares, níveis classificados em fácil (Figura 21), médio (Figura 22) e difícil (Figura 23). Essa etapa da codificação foi um processo que demandou intenso estudo por parte dos participantes e que exigiu de conhecimentos técnicos do professor colaborador para determinar corretamente as posições e combinações aleatórias das cartas.



**Figura 20:** Menu das três etapas do jogo *Blood Memory*.



**Figura 21:** Nível Fácil do jogo *Blood Memory*.



Figura 22: Nível Médio do jogo *Blood Memory*.



Figura 23: Nível Difícil do jogo *Blood Memory*.

Todo o processo de construção do jogo *Blood Memory* promoveu um estudo dinâmico e participativo e possibilitou que o estudante estivesse no centro do processo de aprendizagem desenvolvendo habilidades importantes de criação, organização e investigação. Sendo assim, observa-se que a construção do jogo alcançou um resultado bastante positivo e proporcionou

um efeito motivador nos estudantes, promovendo o aprendizado de maneira estimuladora e prazerosa.

A elaboração das etapas do jogo atesta a compreensão na identificação dos genótipos e fenótipos, e não somente estes, mas também as relações entre homocigoto e heterocigoto, dominante e recessivo dos três sistemas sanguíneos apresentados. Dessa forma, os elementos do sistema MN, que antes da intervenção eram completamente desconhecidos pelos participantes ou dos sistemas ABO e Rh que comumente produziam entendimentos equivocados e vigorosa dificuldade na assimilação tornaram-se familiares nas discussões e demais atividades após a intervenção.

#### 4.6.4 Quiz Sistema Sanguíneo

Outra equipe também optou pela elaboração de um *quiz*, todavia a construção da jogabilidade foi mais complexa e exigiu conhecimentos técnicos específicos mais refinados. O ambiente de desenvolvimento integrado e gratuito utilizado foi o Eclipse<sup>11</sup>, um IDE, do inglês *Integrated Development Environment*, para Java. A utilização dessa linguagem de programação tornou a construção não somente um jogo, mas um *software*, em virtude da ampla estrutura elaborada na lógica de programação dos códigos (Figura 24). O *Photoshop* foi utilizado para a arte das imagens e o editor visual responsável pela criação das interfaces gráficas (ícones) foi o *WindowBuilder*<sup>12</sup> (Figura 25).

```

153   perguntas[10][0] = "Imagine que um homem de tipo sanguíneo O casou-se com uma mulher de A.
154   "Qual é a probabilidade de esse cruzamento gerar descendentes de sangue tipo O?";
155   perguntas[10][1] = "A probabilidade é 50%, pois esse cruzamento só é original";
156   perguntas[10][2] = "A probabilidade é 100%, pois o alelo que condiciona o sangue tipo O
157   perguntas[10][3] = "A probabilidade é 98%, pois metade dos genes do descendente é da mãe.
158   perguntas[10][4] = "A probabilidade é 50%, pois os descendentes gerados poderão ter ap
159   "Os";
160   perguntas[10][5] = "A";
161   }
162   }
163   }
164   public void montaTela() {
165       jPerguntas.setText(perguntas[pontosAtual][0]);
166       jPerguntas.setBackground(new Color(128, 0, 0));
167       for (int id=1;id<=10;) {
168           jPerguntas[id].setText(perguntas[pontosAtual][id]);
169           jPerguntas[id].setBackground(new Color(128, 0, 0));
170           jPerguntas[id].setForeground(new Color(255, 255, 255));
171       }
172   }
173   }
174   public static void main(String [] args){
175       new Quiz();
176   }
177   @Override
178   public void actionPerformed(ActionEvent e) {
179       // TODO Auto-generated method stub
180       int respostaCerta = Integer.parseInt(perguntas[pontosAtual][5]);
181   }
182   }

```

Figura 24: Parte da programação do jogo *Quiz Sistema Sanguíneo*.

<sup>11</sup> Acesso pelo link: <https://www.eclipse.org/downloads/>

<sup>12</sup> Acesso pelo link: <https://www.eclipse.org/windowbuilder/>





**Figura 25:** Menu principal ou *main menu* do jogo *Quiz Sistema Sanguíneo*.

Os conhecimentos genéticos também merecem destaque, o grupo reuniu conceitos importantes ao mencionar nas 11 questões propostas (Figura 26) o histórico das descobertas, as probabilidades nos cruzamentos, as reações de aglutinação, as características do doador e receptor universal e os aglutinogênios e aglutininas específicas nos grupos ABO.



**Figura 26:** Pergunta do jogo *Quiz Sistema Sanguíneo*.

As questões contidas no quiz estão descritas abaixo.

*Na espécie humana podemos distinguir quatro tipos sanguíneos diferentes A, B, AB e O. Imagine que uma pessoa possui tipo sanguíneo O. Marque as características desse tipo sanguíneo.*

*Sabemos que pessoas do tipo AB são também chamadas de receptoras universais. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo pelo que elas recebem essa denominação.*

*Um pesquisador fez as reações de aglutinação. Reação com soro Anti-A não aglutinou. Reação com soro Anti-B aglutinou. Baseando-se nesses dados, é possível concluir que o sangue é do tipo?*

*Nas hemácias pertencentes ao indivíduo do grupo sanguíneo B.*

*É necessário o conhecimento do tipo sanguíneo em caso de transfusão. Em relação ao sistema ABO indique a alternativa correta.*

*Por que o sangue AB é considerado o receptor universal?*

*Qual o nome dado a doença que causa a incompatibilidade sanguínea entre uma mãe e seu feto?*

*Qual o nome dado para a proteína relacionada ao sistema ABO que está presente no plasma?*

*Qual o nome dado para a proteína relacionada ao sistema ABO que está presente na membrana das hemácias?*

*Qual animal foi utilizado na experiência realizada em 1940 em que foi possível verificar a produção de anticorpos designados por Anti-Rh. Graças ao experimento foi descoberto o Rh.*

*Imagina que um homem de tipo sanguíneo O casa-se com uma mulher do grupo AB. Qual é a probabilidade de esse cruzamento gerar descendentes de sangue tipo O?*

Os estudantes conseguiram reunir, em um único jogo, um valioso arcabouço de conhecimentos específicos na temática ministrada da área biológica e na área técnica promovendo uma contribuição relevante para o ensino no Curso Técnico integrado ao Ensino Médio. Do ponto de vista metodológico, a interação entre alunos, professores e o ambiente virtual foram fundamentais para o incentivo do protagonismo do aluno na construção dos saberes e no aprimoramento do caráter investigativo da atividade.

#### 4.6.5 *Adventure Blood* (Sangue de Aventura)

Constitui-se em um gênero de Jogo eletrônico de plataforma, pois o jogador corre e pula entre plataformas e obstáculos. Um jogo (Figura 27) desenvolvido na plataforma *Unity* com a linguagem de programação C#, onde todas as etapas da criação das ilustrações foram feitas digitalmente, usando o *Photoshop* e um aplicativo similar para desktop, o *Piskel*<sup>13</sup>, que dispõe de várias ferramentas para o usuário fazer *pixel art* e posteriormente a melodia disponível no percurso do jogo foi elaborada na ferramenta online *beepbox*<sup>14</sup>.



**Figura 27:** Menu principal ou *main menu* do jogo *Adventure Blood*.

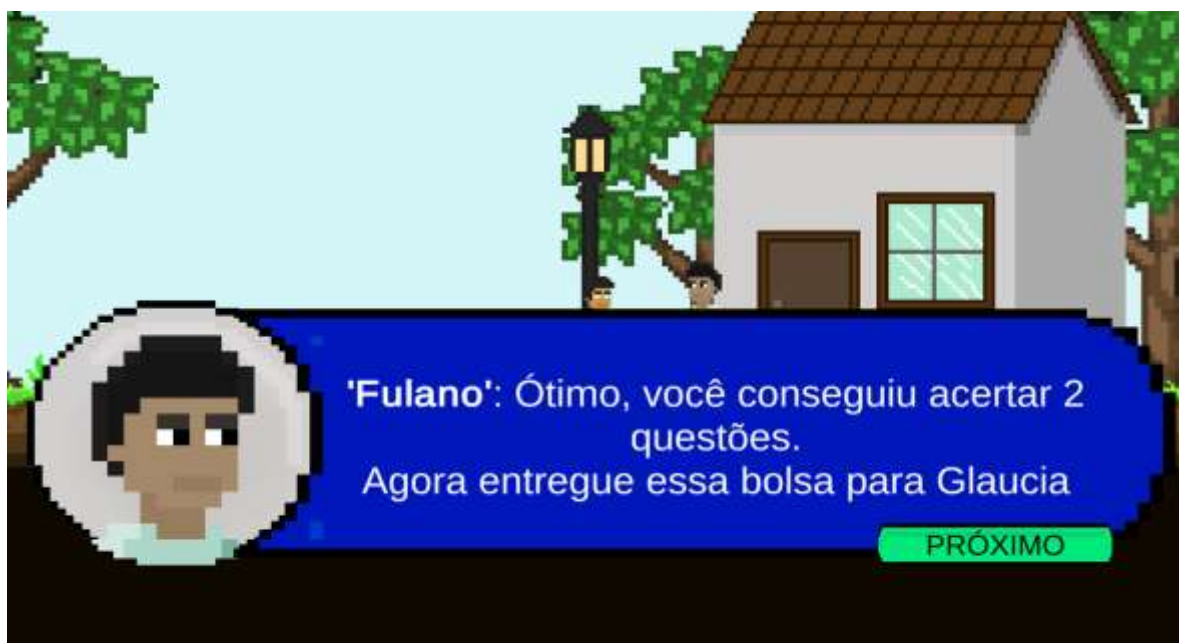
A complexidade da construção do jogo permeia por um projeto repleto de cenários, personagens e elementos bem detalhados e coloridos, promovendo um visual sofisticado, criativo e interativo. Para esse trabalho de animação é imprescindível conhecimentos de profundidade, volume e todo o mecanismo necessário para reproduzir os elementos que interagem em uma produção animada. Um resultado que exigiu esforço, dedicação, estudo e uma carga horária mais extensa, sendo essencial o período oposto às aulas para a elaboração dessa etapa.

A elaboração dos sistemas de diálogos (Figura 28) também se consistiu em uma tarefa exaustiva e dependeu da intervenção do professor colaborador que criou uma API, em inglês *Application Programming Interface*, em tradução, Interface de Programação de Aplicações,

<sup>13</sup> Acesso pelo link: <https://www.piskelapp.com/>

<sup>14</sup> Acesso pelo link: <https://beepbox.co/>

uma biblioteca que permite a comunicação de diversos códigos definindo comportamentos específicos de determinado objeto em uma interface.



**Figura 28:** Uma das falas que acontece no jogo entre Fulano e Áxis.

O jogo deve ser prestigiado pela sua jogabilidade atrativa e instigante, e consiste basicamente na aventura que o estagiário de enfermagem chamado Áxis deve experienciar, e orientado pela professora Gláucia (Figura 29) deve receber do “Fulano” uma bolsa de sangue e retornar ao encontro da professora Gláucia.



**Figura 29:** O encontro de Áxis com a professora Gláucia.



Para tanto, uma série de obstáculos sucedem no ar, na água (Figura 30) e na neve (Figura 31), assim como enigmas relativos ao sistema sanguíneo ABO que, devem ser solucionados para que a transfusão sanguínea ocorra e vidas sejam salvas.



**Figura 30:** Obstáculo que Áxis deve enfrentar na água em uma das fases.



**Figura 31:** Obstáculo que Áxis deve enfrentar na neve em uma das fases.

O objetivo do jogo não se altera nas três fases desenvolvidas, mas a trajetória e dificuldades que Áxis deve enfrentar são substituídas e novos desafios são propostos para que sua missão seja finalizada.

A estratégia para que Áxis consiga finalmente a bolsa de sangue baseia-se em apontar a alternativa correta de um grupo de três perguntas (Figura 32) por fase que são selecionadas aleatoriamente em um banco de catorze questões elaboradas pelo grupo.



**Figura 32:** Uma das perguntas que Áxis precisa responder para receber a bolsa de sangue de Fulano

Observa-se nas questões apresentadas no jogo, e demonstradas abaixo, as percepções dos estudantes em relação aos conceitos do Sistema ABO. Assim, foi selecionada uma ampla diversidade de características alusivas aos grupos sanguíneos, e considerando que a equipe dispunha de cada alternativa correta, pode-se comprovar que as ideias envolvidas nesse projeto estavam bem clarificadas, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa.

*Qual o tipo sanguíneo mais comum encontrado no Brasil?*

*Qual o tipo sanguíneo mais raro encontrado no Brasil?*

*Imagine que uma pessoa possui tipo sanguíneo O. Quais as características desse tipo sanguíneo?*

*Uma pessoa que possui em seu fenótipo o tipo O, poderá apresentar quais genótipos?*

*O que faz com que o tipo sanguíneo O seja considerado o doador universal?*

*Sabemos que pessoas do tipo AB são também chamadas de receptoras universais. Qual o motivo dessa classificação?*

*Qual(is) o(s) aglutinogênio(s) produzidos no tipo sanguíneo AB?*

*Uma pessoa que possui em seu fenótipo o tipo A, poderá apresentar quais genótipos?*

*Nas hemácias de um indivíduo pertencente ao grupo sanguíneo B:*

*O tipo sanguíneo que produz no plasma aglutinina anti-A pertence a qual grupo sanguíneo?*

*O sangue que possui o aglutinogênio A, pode receber sangue de qual grupo sanguíneo?*

*No plasma de um indivíduo pertencente ao grupo sanguíneo do tipo A:*

*O sangue que produz em seu plasma apenas aglutinina anti-B, pertence a qual grupo sanguíneo?*

*O indivíduo que possui o tipo sanguíneo A, pode receber quais tipos sanguíneos?*

É importante enfatizar que, para a conclusão dos jogos, alguns elementos como interesse, participação, dedicação e criatividade estavam intrínsecos no decorrer de toda a construção, e as discussões entre os integrantes do grupo, os questionamentos frequentes ao professor técnico e à pesquisadora eram recorrentes. Portanto, a metodologia adotada propiciou diferentes possibilidades na construção dos jogos digitais, proporcionando ao estudante a aplicação dos conceitos do tema de estudo e dos conhecimentos técnicos com autonomia.

Esse cenário desenvolvido a partir da manipulação de um material instrucional e que manifestou, em todo o tempo, a postura ativa e a disposição dos alunos em aprender, constituíram-se em expressivos indicativos da aprendizagem significativa. Dessa forma, a construção dos jogos subsidiou a aprendizagem pela necessidade da busca constante de informações e as possibilidades de interação do indivíduo com os conteúdos, entre os próprios estudantes e entre estes e os professores, flexibilizando ainda mais o conhecimento.

Os alunos, de posse dos conceitos iniciais estudados sobre os sistemas sanguíneos, no decorrer da elaboração e produção dos jogos digitais, foram estabelecendo conexões bem precisas e seguras com as informações de cada ferramenta construída. Assim, percebe-se que esses conhecimentos foram ampliados e reconfigurados em sua estrutura mental, o que para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Ausubel (2003), preparam o aluno para relacionar e acessar novos conteúdos futuramente.

Ao término dos jogos, no intuito de maximizar a verificação dos dados que apontem para a evolução cognitiva, alguns depoimentos acerca da experiência da intervenção, eventualmente selecionados, foram apurados por meio de registros de áudio pelo sistema de comunicação interativo e instantâneo (aplicativo WhatsApp) e muito embora os alunos desconhecem os pressupostos da teoria, é possível perceber, pelas descrições apresentadas abaixo, palavras que corroboram a um processo de aprendizagem significativa.

**P13:** “... Ao terminar o jogo foi algo inovador e divertido, aprender Biologia dessa forma foi impressionante e fácil de compreender.”

**P1:** “... Esse jogo ajudou a gente a entender mais sobre o sistema sanguíneo, como funciona, sobre fenótipos e genótipos e acabou ajudando a gente a fazer muitas atividades.”

**P19:** “... Pra mim foi bom aprender a Biologia dessa maneira, porque é uma maneira extremamente simples de se aprender e que não deixa tantas brechas, e tipo faz você entender bem a matéria e fica mais difícil também para esquecer.”

**P4:** “... Pra gente, a experiência como desenvolvedores, de criar o jogo com uma pegada mais educacional foi muito legal, e também nos deu a oportunidade de aprender Biologia de uma forma diferente e eu particularmente como aluno tinha muita dificuldade no conteúdo de sistemas sanguíneos e com o projeto proposto foi bem mais fácil de aprender e foi divertido desenvolver o aplicativo.”

As expressões supracitadas exprimem, com notoriedade, o estímulo que caminha para maior facilidade em aprender, bem como à atribuição e a articulação dos significados dos conceitos demonstram a ocorrência de uma maior apropriação de conteúdos em função da técnica adotada. Os elementos apontados por eles são cruciais para a aprendizagem significativa, tendo em vista que um dos princípios norteadores da TAS é a predisposição ao aprendizado. Em decorrência disto, afasta-se a possibilidade de uma aprendizagem mecânica, memorística e desmotivadora.

Neste sentido, apresenta-se uma prática pedagógica diferenciada, amparada por um referencial teórico de aprendizagem, que promoveu com êxito a associação dos conteúdos da disciplina de Biologia e as tecnologias educacionais, potencializando os resultados de aprendizagem do tema de interesse e os conteúdos para a formação técnica, superando a expectativa de uma aproximação com a realidade do educando.

## CAPÍTULO 5

### 5. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Conforme mencionado na metodologia deste trabalho, o desenvolvimento da pesquisa ocorreu na Escola Estadual Professor Silvio Oliveira dos Santos, município de Campo Grande/MS com alunos do 3º ano do Curso Técnico em Programação de Jogos Digitais - Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação - Educação Profissional Técnica de Nível Médio. As atividades desenvolvidas, fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, são pautadas no método de ensino construtivista, contextualizado e voltado à aquisição de conceitos por parte dos estudantes.

Para tanto, o Produto Educacional (Apêndice C) eleito para esta pesquisa é a própria sequência didática, elaborada a partir dos conteúdos sobre os sistemas sanguíneos, subunidade da disciplina de Genética, que foi aplicada para uma turma de 19 estudantes com a proposta de produções de jogos digitais pelos próprios estudantes.

Os encontros aconteceram durante as aulas no período matutino e estão fundamentados pelos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (AUSUBEL, 2003), para facilitar a compreensão e discussão dos assuntos abordados. Esse material caracteriza-se como potencialmente significativo e apresenta ações didáticas capazes de subsidiar a prática docente.

#### 5.1 Organização da Sequência Didática

##### 5.1.1 Primeiro Momento da Sequência Didática

- **1º Encontro:**

O primeiro contato com a turma para o início da realização das atividades aconteceu em 28/05/2019. Inicialmente procurou-se saber qual a opinião dos estudantes em relação à disciplina de Biologia, em específico à Genética. A partir daí surgiram algumas indagações, se os conteúdos abordados poderiam ser mais bem compreendidos se fossem associados aos acontecimentos do dia a dia ou se a aula poderia ser mais produtiva caso os professores

valorizassem as experiências dos estudantes. Os estudantes aparentavam estar um pouco confusos sobre a real importância da Genética, mas expuseram algumas ideias correlatas.

Com base nas informações coletadas, foram transcritos abaixo alguns depoimentos verbais dos estudantes registrados pela pesquisadora no diário de bordo.

- “Ah, fala das características que a gente herda dos nossos pais”
- “Aqui ninguém faz assim não professora”
- “Todo mundo chega e já vai passando no quadro”
- “Oh, seria bom hein”

Em seguida, os estudantes participaram de um *brainstorming*, uma expressão inglesa traduzida por “tempestade de ideias”, técnica que consiste em reunir palavras ou ideias relativas a um tema comum. Para tanto, foi entregue aos alunos alguns “*post its*” (blocos de notas adesivos) para que anotassem os conceitos que possuíam acerca do sangue, em seguida foram fixados no quadro. Conforme os princípios da teoria de David Ausubel (2003), os conteúdos abordados partiram dos conceitos mais gerais e inclusivos.

A pesquisadora fez a leitura de todas as anotações, esse foi um momento de apreensão e insegurança, pois os estudantes esperavam que suas percepções fossem retificadas, todavia a professora reafirmava que não era o momento para correções e que por se tratarem de suas concepções eram necessárias para a introdução do conteúdo. Assim, como forma de ilustração, a figura 33 representa todas as palavras/ideias inseridas no quadro.

**Figura 33: Nuvem de palavras produzidas no edwordle.net**



**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

O tamanho das palavras relaciona-se à frequência com que foram mencionadas pelos estudantes. Assim, quanto maior o tamanho, maior a frequência das palavras ou ideias citadas. As palavras que mais se destacaram nesta coleta de dados foram: corpo, vida, vermelho e veias. Observa-se que, as palavras expressas são genéricas e, portanto, precisam ser transpostas dos conceitos empíricos para os conceitos científicos para que possam apresentar significados mais específicos.

Em seguida, a pesquisadora utilizou slides em powerpoint para explicar as principais características, funções e algumas curiosidades sobre o sangue. Neste momento, a dialogicidade (FREIRE, 1996) foi uma particularidade notável, de forma que os estudantes interagiram fortemente com a professora, que os conduzia a verificar correlações do assunto abordado a momentos comuns do dia a dia.

Para demonstrar que o tema apresentado é participante do cotidiano, os alunos analisaram, como exemplo, um teste de hemograma de uma pessoa não identificada e as discussões relacionadas às células sanguíneas e algumas doenças correlacionadas foram propostas conforme descrição abaixo:

### **Discussão:**

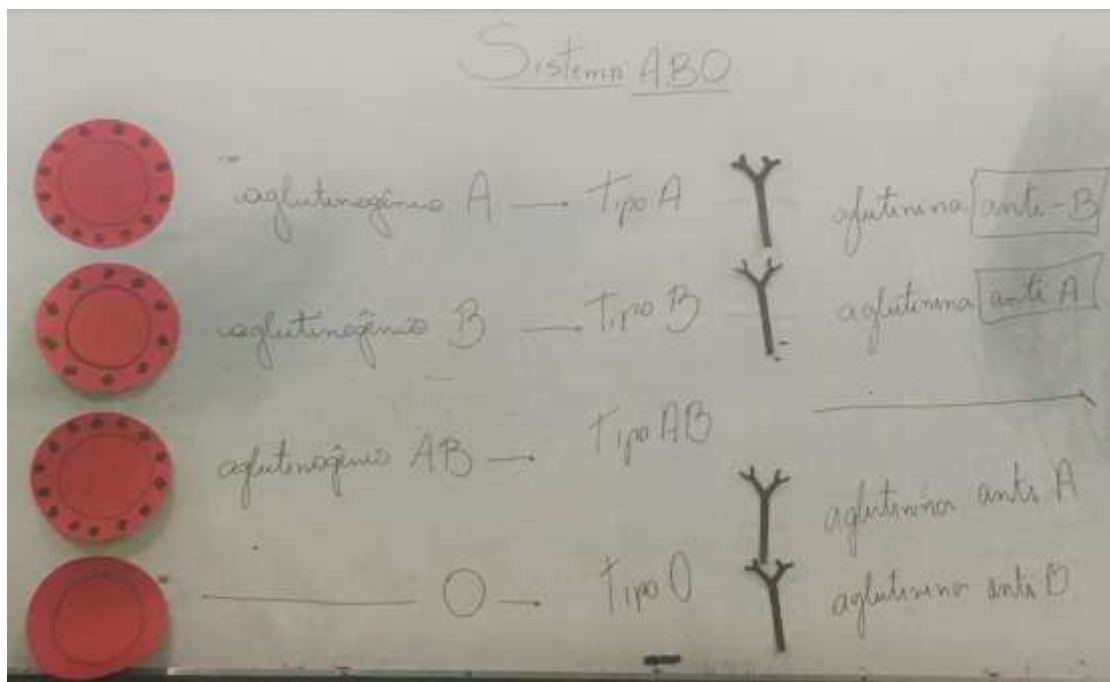
- 01.** Quais elementos figurados estão presentes no hemograma?
- 02.** Quantas hemácias existem em média no sangue de uma pessoa saudável? Quantas hemácias existem em média no sangue da pessoa que fez o exame?
- 03.** Que anormalidade provavelmente seria diagnosticada se os glóbulos vermelhos estivessem abaixo do número recomendado?
- 04.** Que alterações você esperaria encontrar no hemograma de uma paciente com infecção em alguma parte do corpo?
- 05.** Se esse paciente estivesse com dengue o que provavelmente apareceria no exame em relação aos componentes celulares?

Cabe salientar que os alunos estavam cientes que o intuito da atividade consistia na observação de uma situação que abarcava termos e conceitos específicos do conteúdo e que são momentos recorrentes do cotidiano. Assim, para uma análise mais meticulosa de um hemograma, é imprescindível o acompanhamento de um médico.

Para visualização e identificação das partes constituintes do sangue, os estudantes observaram, em imagem nos slides, a porção líquida (plasma) e a porção sólida (vermelha) em tubos de ensaios com sangue fracionado.

A próxima etapa foi iniciada com modelos didáticos de hemácias, aglutinogênios e aglutininas que foram confeccionados com cartolinas pela pesquisadora e fixados no quadro (Figura 34).

**Figura 34:** Modelos didáticos de proteínas nas hemácias e no plasma sanguíneo.



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

A partir desse cenário, os conceitos de aglutinogênios e aglutininas foram inseridos, embora os termos sejam extremamente técnicos e complexos, percebeu-se a compreensão por parte dos estudantes, haja vista que os conceitos de glóbulos vermelhos e plasma já estavam internalizados pelos partícipes.

Após executar o planejamento a partir de um nível maior de inclusividade e generalidade com os conceitos de sangue, os componentes do sangue, as proteínas presentes nos glóbulos vermelhos e no plasma, alcançou-se um nível ainda mais específico, os genes responsáveis pela formação de cada tipo sanguíneo.

Para finalizar a aula, foi realizada uma discussão pertinente sobre a importância das doações sanguíneas e que proporcionaram intensas reflexões acerca da participação e responsabilidade dos estudantes para essa ação social. Alguns alunos mostravam-se pensativos e outros demonstraram interesse e perguntavam como deveriam fazer para tornarem-se doadores. Para orientar sobre a prática em questão, os alunos assistiram ao vídeo “Doação de sangue: conheça o passo a passo”, uma breve reportagem sobre os procedimentos para a realização de doações sanguíneas, com acesso pelo link:



<https://youtu.be/HRPoREa6r6s>. O uso de vídeos como organizadores prévios pode ser favorável para assimilação do novo conteúdo. Essa ferramenta é classificada como organizador expositivo e expõem conceitos e ideias mais gerais e inclusivos e de forma atrativa, capaz de suprir a falta de conhecimentos relevantes na estrutura cognitiva do aluno.

● **2º Encontro:**

O próximo encontro foi realizado no dia 04/06/2019 e foi dada sequência com o assunto transfusões sanguíneas. Os alunos identificaram os tipos sanguíneos do sistema ABO e as proteínas da membrana das hemácias e do plasma com muita propriedade, com isso a importância dos processos de hemaglutinação, o doador e receptor universal, em se conhecer o próprio tipo sanguíneo e até mesmo questões sociais como a necessidade das doações sanguíneas para os bancos de sangue foram discutidas com mais ênfase, momento em que um aluno informou que havia comentado sobre a aula com a mãe e complementou que gostaria de doar sangue.

Em seguida foi solicitado para os alunos preencherem o quadro 10 com as informações construídas ao longo do processo sobre cada tipo sanguíneo. Esses dados são organizados sistematicamente e as informações presentes no quadro são disponibilizadas corriqueiramente pelos docentes nesse momento da aprendizagem, mas grande proporção dos estudantes não compreendem e simplesmente memorizam as informações. Todavia, foi observado que os alunos preencheram a tabela com muita facilidade, sem a necessidade de memorização, pois conseguiam relacionar os novos conceitos aos conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK e HANESIAN, 1980).

**Quadro 10:** Grupos sanguíneos do Sistema ABO.

<b>Tipo sanguíneo</b>	<b>Aglutinogênio</b>	<b>Aglutinina</b>	<b>Genótipo</b>
A	A	Anti-B	$I^A I^A$ ou $I^A i$
B	B	Anti-A	$I^B I^B$ ou $I^B i$
AB	A e B	-	$I^A I^B$
O	-	Anti-A e Anti B	ii

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

O conteúdo do sistema Rh foi iniciado com a mesma sequência hierárquica obtida com o sistema ABO. E em slides os fenótipos, genótipos e as possibilidades de transfusões para esse sistema iam sendo vislumbrados. Ao mencionar as primeiras características da eritroblastose fetal ou Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN) dois estudantes identificaram a ocorrência da doença em pessoas próximas da família e isso possibilitou alguns questionamentos por parte dos mesmos.

Os alunos realizaram alguns exercícios simples de probabilidades sobre os sistemas sanguíneos ABO e Rh para verificar as dúvidas e dificuldades de aprendizagem, porém por meio da correção oral foi possível observar a compreensão acerca do tema estudado. O Sistema MN também foi apresentado e gerou impacto para a turma que desconhecia a existência dos grupos sanguíneos que compõem esse sistema. Assim a pesquisadora complementou que suas reações de antígeno-anticorpo são raras e não apresentam problemas nas transfusões sanguíneas, por essa razão não são comuns nos conteúdos amostrados em sala de aula.

Em seguida, a pesquisadora abordou a importância da utilização de mapas conceituais, primeiramente como forma de organização dos estudos, os alunos conheciam uma ferramenta similar denominada de organograma, que também são representações gráficas, porém são utilizadas especificamente para organização de empresas. Assim sendo, para verificar o desempenho na elaboração de mapas foi solicitado a elaboração de Mapa Conceitual Amostral com temas diversificados conforme a escolha dos estudantes.

Inicialmente, os alunos ficaram pensativos sobre qual assunto representar, mas aos poucos as ideias surgiam e a construção das primeiras amostras de mapas conceituais com assuntos relacionados à mitologia, esportes, música e conteúdos específicos da Biologia como a água e o *Aedes aegypti* foram contemplados, todavia os jogos eletrônicos foram o enfoque do grupo, sendo abordado por sete estudantes. O tempo transcorrido para a elaboração das amostras não foi muito extenso, porém, a dificuldade de grande proporção dos estudantes consistiu em utilizar as palavras de ligação que eram escassas na maioria das construções, uma possível elucidação pode ser o modelo estrutural de organogramas não fazerem uso de palavras ou frases de ligação.

### ● 3º Encontro:

A aula marcada para o dia 23/07 foi iniciada com a elaboração de mapas conceituais denominados iniciais em folhas sulfites, com o tema específico sobre sistemas sanguíneos,

optou-se por aplicar os mapas somente após a abordagem dos conceitos acerca do Sistema ABO, Rh e MN. A disposição na sequência dessa atividade decorreu em virtude do resultado do pré-teste, que apontou a inexistência de muitos subsunçores e por considerar os conteúdos de difícil abstração e termos técnicos específicos encontrados na subunidade. Sendo assim, a proposição de MC's ainda sem a ministração dos conteúdos não tornaria possível a sua elaboração. Todavia, a análise do instrumento possibilitou não necessariamente avaliar os conhecimentos prévios, mas a compreensão dos estudantes acerca dos temas abordados.

A expectativa dos estudantes pautava-se no próximo momento, a aula de laboratório de Tipagem Sanguínea (Figuras 35 e 36). Para a realização da prática, foi explicado que o procedimento seria realizado com material esterilizado e descartável e foi solicitada a autorização da escola e dos responsáveis pelos estudantes menores de idade.

**Figura 35:** Coleta de três gotas de sangue.

**Figura 36:** Lâminas com resultados da tipagem sanguínea.



**Fonte:** Acervo da Pesquisadora.

A maioria dos alunos desconhecia a qual grupo sanguíneo pertencia, e aqueles que já sabiam puderam confirmar com a análise da prática. Percebeu-se bastante entusiasmo dos estudantes durante o experimento, oportunidade em que a pesquisadora demonstrava a reação de hemaglutinação com a visualização das amostras e associava aos perigos da incompatibilidade em uma transfusão sanguínea, de forma que. Os estudantes foram capazes de identificar os tipos sanguíneos por meio da observação das amostras conforme procedimentos e orientações contidas no relatório experimental (Anexo J).

A aula de laboratório associada às aulas teóricas devem constituir um processo único e despertar o interesse, a motivação, a cooperação e a pesquisa investigativa, e assim, garantir

um espaço de reflexão que oportunize a construção do conhecimento. Dessa forma, o professor ao tentar relacionar os conteúdos da disciplina com as atividades experimentais, propicia pontes cognitivas que possibilitam, ao aluno, a interação dos novos conceitos aos pré-existentes em sua estrutura mental, consistindo-se em um eficiente organizador prévio.

Sendo assim, a realização de atividade com caráter de relatório contendo o título, procedimentos, resultados esperados e questões sobre os resultados da aula prática acompanhou o momento do experimento, em que estudantes, em grupos, discutiram e manifestaram suas dúvidas, enquanto a pesquisadora percorria os grupos para mais proximamente orientá-los em suas respostas. Assim, algumas questões apresentadas no relatório experimental estão demonstradas abaixo:

- 01.** Quais foram os objetivos desta aula prática?
- 02.** Para cada sistema sanguíneo (ABO e Rh), informe os possíveis genótipos e fenótipos do grupo.
- 03.** Explique, utilizando os princípios genéticos e imunológicos, porque o sangue O- é considerado doador universal e o sangue AB+ é considerado receptor universal.
- 04.** A partir do resultado obtido para o seu tipo sanguíneo e de seus colegas (sistemas ABO), elabore uma tabela de possíveis receptores e doadores de cada tipo sanguíneo.

Em seguida foi solicitado que os estudantes registrassem suas percepções na participação da aula prática de Tipagem Sanguínea. Abaixo alguns relatos foram transcritos na íntegra.

**P1:** *“Esta atividade prática foi uma coisa diferente nesse dia, teve a colaboração de todos os alunos para que cada um soubesse o seu tipo de sangue, foi feito com todo cuidado e limpeza, quase todos souberam o seu tipo de sangue. Eu já tinha escutado de meus pais, pois meu sangue é A+, mas foi legal confirmar que era mesmo o tipo sanguíneo que meus pais falavam.”*

**P15:** *“Participei, achei interessante por meu sangue ser AB- e ele aglutinou com os dois ficando em uma coloração muito ‘daora’.”*

**P9:** *“Participei da aula em que a professora furou meu dedo e colocou meu sangue na plaqueta e descobri o meu tipo sanguíneo, aula muito interessante, pois todos participaram e diferente, nunca tive aula igual.”*

**P2:** *“Foi legal porque eu tinha esquecido meu tipo sanguíneo, após tirar meu sangue fez eu lembrar o tipo sanguíneo.”*

Os diálogos apresentados apontam para um potencial de inovação para o ensino dos sistemas sanguíneos e a participação e entusiasmo dos estudantes são elementos que, evidenciam a predisposição dos alunos para aprender.

● **4º Encontro:**

O último encontro do primeiro momento aconteceu no dia 13/08/2019, com a proposta de uma revisão de todos os conceitos aplicados durante os encontros anteriores. Novos slides foram apresentados com as principais características dos tipos sanguíneos ABO, Rh e MN para reforçar os temas trabalhados e identificar as possíveis dificuldades na compreensão. Assim as problematizações, abaixo demonstradas, foram inseridas para contextualizar o tema com a realidade que permeia fora de sala de aula.

**1.** (UFSM- adaptada) Para os grupos sanguíneos do sistema ABO, existem três alelos comuns na população humana. Dois (alelos A e B) são codominantes entre si e o outro (alelo O) é recessivo em relação aos outros dois.

De acordo com essas informações, pode-se afirmar:

I. Se os pais são do grupo sanguíneo O, os filhos também serão do grupo sanguíneo O.

II. Se os pais são do grupo sanguíneo A, os filhos poderão ser do grupo sanguíneo A ou O.

**2.** (UDESC 2010) Assinale a alternativa incorreta em relação à possibilidade de doações e às possíveis transfusões sanguíneas.

a) Pessoas do grupo sanguíneo O são as receptoras universais, enquanto as do grupo sanguíneo AB são as doadoras universais.

b) Pessoas do grupo sanguíneo AB e fator Rh+ (positivo) são receptoras universais.

c) Pessoas do grupo sanguíneo O e fator Rh- (negativo) são doadoras universais.

d) Pessoas do grupo sanguíneo A podem doar para pessoas do grupo sanguíneo A e para as do grupo sanguíneo AB.

e) Pessoas do grupo sanguíneo AB podem doar somente para as do grupo sanguíneo AB.

**3.** (Biologia – UFV-MG) Após uma primeira gravidez bem-sucedida, uma mãe abortou três vezes. Seu caso foi diagnosticado, em consulta médica, como eritroblastose fetal. Em relação à patologia observada nesta família, assinale a alternativa CORRETA:

a) O pai é Rh positivo.

b) Os abortados certamente eram Rh negativo.

c) A mãe é Rh positivo.

d) A criança é Rh negativo.

e) Este casal jamais poderá ter outros filhos.

Os estudantes não tiveram dificuldades em responder as questões e efetuaram os cruzamentos com muita propriedade, identificando as probabilidades fenotípicas e genotípicas dos descendentes. No entanto, alguns estudantes ainda apresentavam dúvidas quanto às

possibilidades para a ocorrência da eritroblastose fetal e algumas particularidades do sistema Rh e fizeram desse momento uma oportunidade para melhor compreensão desses conceitos.

### 5.1.2 Segundo Momento da Sequência Didática

#### ● 1º Encontro:

Essa etapa iniciou-se no dia 14/08/2019 na Sala de Tecnologia Educacional - 3, em que os estudantes puderam conhecer o histórico de criação de alguns Jogos Digitais que se tornaram conhecidos mundialmente, bem como as atuais possibilidades de campo nessa área. Em seguida, foi apresentado o Sistema Kanban, largamente utilizado em estúdios de jogos e que consiste em um planejamento eficaz para otimizar o tempo na realização de tarefas. Assim sendo, foi explicado que a técnica se fundamenta na amostra visual, em que as etapas ou *backlog* conhecidas como: *Design*, Desenvolvimento, Testes, *Deploy* e Produto utilizados para o desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos são demarcados logo após serem são executados, assim como se faz em um *check list*.

A próxima etapa foi a realização de um *Brainstorm*, também denominado “Epifania de Ideias” (Figura 37), em que os estudantes foram orientados a formarem cinco grupos e elaborarem, em folhas sulfites, o Título, Gênero, Ideias e Funcionalidade para o início do desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos. Esse momento foi marcado por muitas discussões acerca do tipo de jogo que poderiam desenvolver e como inserir na criação os conteúdos dos sistemas sanguíneos estudados no decorrer do processo.

**Figura 37:** *Brainstorm.*



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

Os alunos mencionaram que foi a primeira vez que solicitaram a produção de um jogo associado a temática de uma disciplina do currículo comum, pois haviam desenvolvido poucos jogos digitais e sem nenhuma conexão com as disciplinas ministradas. Dessa forma, a realização desta pesquisa vai ao encontro dos pressupostos da educação profissional, ao possibilitar o diálogo de saberes teóricos e técnicos, com vistas à integração dos conhecimentos.

- **2º Encontro:**

A produção de jogos exige muitos conhecimentos e em áreas diversificadas. Em decorrência disso, os estudantes que aprendem sobre a técnica de desenvolvimento dos jogos se aperfeiçoam em uma especialidade de maior afinidade. Assim, a formação de equipes foi necessária acontecer, pois é uma forma de delimitar as atribuições de cada integrante, para que em cada grupo houvesse o artista e o programador, funções indispensáveis para a criação de um *game*.

Esse encontro ocorreu no dia 15 de agosto de 2019, em que foi dada continuidade a criação dos jogos digitais. Os estudantes foram cautelosos na escolha dos nomes dos games. Essa é uma tarefa de extrema importância, pois devem assegurar que o nome irá compor a própria identidade do jogo. Sendo assim, com o tema principal e parte do enredo elaborado de cada jogo, os nomes criados foram: *Quiz Bio*, *Blood Hunter*, *Blood Memory*, *Quiz Sistema Sanguíneo* e *Adventure Blood*.

Relata-se também que nessa aula, de posse das ideias inseridas no papel, os cinco grupos formados, com número de variado de estudantes, iniciaram a execução das primeiras produções dos jogos eletrônicos nos computadores.

- **Do 3º ao 10º Encontro:**

Os demais encontros ocorridos nos dias 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29 e 30 de agosto de 2019, que compreenderam o segundo momento da sequência didática, serão relatados em uma única descrição, pois todos os eventos que culminaram na produção dos jogos eletrônicos, aconteceram de maneira concomitante. Isso decorre em virtude das tarefas específicas atribuídas a cada participante do grupo serem desenvolvidas de forma independente e todo o processo de criação ser livremente conduzido e executado pelos próprios estudantes, não havendo, portanto, atividades preestabelecidas pela pesquisadora para esses encontros.

Assim, os cinco jogos eram produzidos ao mesmo tempo, como também a elaboração das etapas da estruturação de cada jogo. Desse modo, o caderno de campo foi um importante instrumento para o registro das observações diretas da pesquisadora em cada encontro.

No entanto, para melhor compreensão e organização didática das fases de construção do jogo digital, as etapas foram percorridas sequencialmente, conforme demonstradas no anexo E.

Os professores responsáveis pela turma ao perceberem a predisposição e dedicação dos estudantes na realização das produções, decidiram pontuar a atividade. Assim, o processo de produção de jogos passou a ter caráter avaliativo, pois contemplava os componentes curriculares das disciplinas de Biologia, Inteligência Artificial para Jogos Digitais e Jogos para Dispositivos Móveis JAVA.

Os grupos, com notável autonomia, decidiram como abordar o tema dentro do universo de aprendizagens sobre sistema sanguíneo. Os integrantes do *Quiz Bio* (Figura 38) optaram por um questionário com perguntas bem específicas do sistema ABO e Rh que foram amplamente discutidas em sala de aula. Após a elaboração das questões, dois integrantes iniciaram a programação a partir da utilização do código-fonte ou código aberto (*open source*) disponível na plataforma *Khan Academy*

**Figura 38:** Grupo desenvolvendo o jogo *Quiz Bio*.



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.



Os alunos anunciaram o término do jogo e, de fato, sua funcionalidade contemplava o objetivo planejado, mas a pesquisadora sugeriu o aperfeiçoamento da aparência do jogo, pois os códigos ficaram visíveis, o que empobrecia a sua qualidade. Então, os estudantes sentiram-se desafiados e pesquisaram uma possibilidade para solucionar essa situação. Após algumas tentativas de insucesso, conseguiram aprimorar a tela ao inserir na plataforma *wix.com* e disponibilizar seu acesso on-line. Posteriormente, outros dois alunos criaram o plano de fundo com imagens de hemácias para caracterizar o jogo. O nível de elaboração e construção do jogo foi relativamente fácil e foram necessários cinco encontros, em que os estudantes demonstraram interesse, dedicação e organização durante o processo, além de perceberem a satisfação ao contemplarem o jogo pronto.

Os desenvolvedores do *Blood Hunter* (Caçadores de Sangue) apresentaram a ideia da estrutura do game após a pesquisadora apresentar a proposta, ainda no princípio da sequência didática. A equipe pedagógica comentou que se tratavam de alunos muito dedicados e habilidosos. Logo, dois integrantes iniciaram a arte com o desenho das hemácias representando cada tipo sanguíneo, enquanto outro estudante desenvolvia a programação (Figura 39), um participante desse grupo não se envolveu com tanto afinco, mesmo assim acompanhou todo o desenvolvimento.

**Figura 39:** Grupo desenvolvendo o jogo *Blood Hunter*.



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

Como os alunos decidiram criar o jogo para funcionar em *Android*, o computador da escola não suportou a compilação e a solução foi parte do jogo ser construído, em casa, nos computadores dos alunos. Todavia o professor colaborador, para resolver esse problema, levou o próprio notebook para que os alunos pudessem terminar a construção durante as aulas.

Trata-se de um jogo simples, bem elaborado, que no decorrer dos encontros passou por muitos aprimoramentos, dentre eles, a reelaboração das hemácias e a ampliação do jogo para três fases, empenho que resultou em uma produção profissional e de muita qualidade.

A outra equipe optou por fazer uso de parte dos conhecimentos dos três sistemas sanguíneos aprendidos, ABO, Rh e MN, para o desenvolvimento do jogo *Blood Memory* (Figura 40). O artista iniciou a criação das cartas do jogo com todos os genótipos e fenótipos dos tipos sanguíneos apresentados, uma tarefa que não foi complexa, porém trabalhosa devido ao número de cartas criadas (24 no total), ao qual nota-se, sobretudo, a riqueza de detalhes. Concomitante a esse trabalho, o programador iniciava as atividades na sua área, até certo momento demonstrou muita propriedade. A dificuldade surgiu quando o grupo decidiu criar mais fases para o game e, exaustivamente, buscou meios para conseguir alocar as cartas nas posições e combinações de acordo com os diferentes níveis.

**Figura 40:** Estudante desenvolvendo o jogo *Blood Memory*.



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

Essa foi uma atividade que provocou a criatividade, insistência e interesse. Mesmo na possível adversidade inicial, ao considerar o desafio proposto, os estudantes passaram a examinar e avaliar caminhos para propor soluções.

A criação do *Quiz Sistema Sanguíneo* (Figura 41) demandou muito esforço para programar, pois os participantes optaram por enfrentar o desafio de criar a programação própria do jogo, uma escolha que exigiu raciocínio lógico, técnica e paciência e a arte elaborada por outro integrante do grupo é simples, mas retrata a temática proposta. O jogo, aparentemente, é trivial, apresenta onze questões, elaboradas cuidadosamente pelos próprios estudantes, que compreendem tópicos do sistema ABO e Rh e são pontuadas quando respondidas corretamente.

O grupo, em todo o tempo, trabalhava com dedicação e preocupação em desenvolver um jogo com funcionalidade e visual de qualidades excelentes e culminou na criação de um *software*, em virtude da complexidade da linguagem de programação executadas.

**Figura 41:** Grupo desenvolvendo o jogo *Quiz Sistema Sanguíneo*.

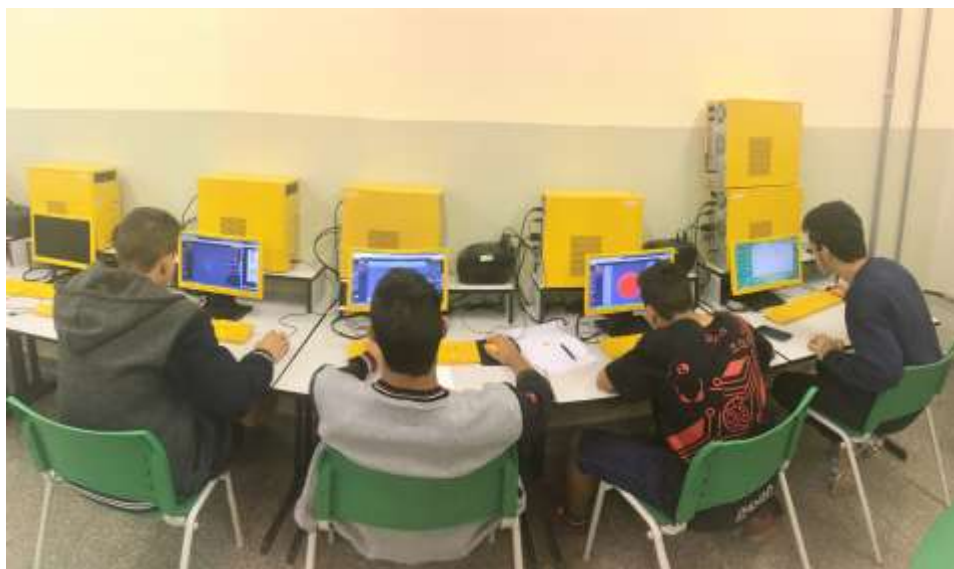


**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

O grupo responsável pelo jogo *Adventure Blood* (Figura 42), desde o princípio da produção, estava muito alinhado e participativo. Um estudante demonstrou empenho na realização do trabalho apenas no início, afirmando que produzir jogos digitais não era do interesse dele e que provavelmente estava no curso errado, ainda assim acompanhou o processo, porém sem muito envolvimento. Os demais integrantes do grupo permaneceram

muito comprometidos e com seriedade, de forma que dois participantes desenvolviam a arte enquanto outro fazia a programação do *game* com dedicação similar.

**Figura 42:** Grupo desenvolvendo o jogo *Adventure Blood*.



**Fonte:** Acervo da pesquisadora.

A criação deste jogo foi “árdua”, os artistas da equipe assumiram a responsabilidade de conduzir o ofício com muita qualidade e assim, ao criar elementos, os enriqueciam com detalhes bem específicos, onde os cenários foram elaborados com muita atenção e criatividade. Toda essa produtividade requereu um tempo maior que o planejado, por essa razão foi necessário agendar mais quatro encontros no contraturno somente para esse grupo, que rigorosamente comparecia conforme combinado. Com o número diminuto de alunos na Sala de Tecnologia 3, a liberdade para discussões e questionamentos era maior, então um participante descobriu, ao pesquisar, o “sangue dourado”, e indagou a pesquisadora sobre o que se tratava. A pesquisadora, então, explicou que consistia no tipo sanguíneo mais raro do mundo, também conhecido por Rh nulo.

A empolgação da equipe era tão intensa que o roteiro foi reelaborado para a criação de oito fases, no entanto seria necessário um número muito maior de encontros, tendo em vista que esses estudantes não possuíam computadores em suas residências, então foi possível concluir a produção em três fases.

A habilidade que o grupo apresentou com a técnica era surpreendente, tendo em vista o interesse e disponibilidade em aprender mais sobre os sistemas sanguíneos, bem como a

produção dos jogos, que eram admiráveis e gratificantes, resultando em uma obra repleta de animação, imaginação e demonstração de conhecimentos.

Cada jogo possuía características bem específicas, assim o tempo necessário de desenvolvimento diferia para cada *game*. Conforme cada jogo era finalizado, a etapa seguinte compreendia a fase de teste, em que os grupos de estudantes desenvolvedores, representando os *game testers* ou testadores on-line, verificavam a funcionalidade e outros elementos do jogo de outra equipe, o que proporcionava maior interação entre os grupos. Os testes constataram alguns erros de desenvolvimento de *software (bug)* nos jogos *Blood Hunter*, *Blood Memory* e *Adventure Blood* e precisaram passar por ajustes que solucionaram os problemas apontados.

É importante reiterar que, em todos os grupos, a pesquisadora fazia constantes intervenções dos conceitos relacionados aos sistemas sanguíneos, e simultaneamente, o professor colaborador mediava os conhecimentos técnicos. Uma parceria estabelecida que ao possibilitar as relações interdisciplinares contemplava a proposta de ensino integral da Educação Profissional e inviabilizava a transmissão de um saber fragmentado e desconectado na prática educativa.

Cabe ressaltar, que um grupo representante de estudantes participou da VI Feira de Ciências e Tecnologia de Campo Grande/MS (FECINTEC) e da V Mostra Científica do Cerrado (MOCC) para apresentarem, sob a forma de pôster, os jogos produzidos por eles. O incentivo à participação nesses eventos científicos foi fundamental para solidificar a compreensão dos alunos acerca da relevância da pesquisa desenvolvida e do protagonismo na Educação Profissional, além de promover a interação com a sociedade científica nos debates propostos.

É importante relatar, que o processo de elaboração e construção de jogos digitais refletiu na postura de alguns docentes da escola, que solicitaram a produção de jogos nas disciplinas de Matemática e Química, o início de uma mudança com muitos desafios a enfrentar, mas necessária para a reconstrução do processo de ensino e aprendizagem.

Com o término da pesquisa e diante da qualidade das produções desenvolvidas pelos estudantes, a pesquisadora e a prestimosidade do professor colaborador criaram um site nomeado de Educa jogos em genética<sup>15</sup> para disponibilizar os cinco jogos produzidos, e que podem, portanto, serem acessados após *download*. Dessa forma, além do conhecimento dos games resultantes do trabalho de mestrado, os docentes terão a oportunidade de utilizá-los

---

<sup>15</sup> Acesso pelo link: <https://sites.google.com/view/educa-jogos-em-gentica>.

como um subsídio teórico e prático para o ensino da disciplina de Genética, especificamente o subtema sistemas sanguíneos.

### 5.1.3 Terceiro Momento da Sequência Didática

- **1º Encontro:**

Esse momento da sequência didática ocorreu na sala de aula em um único encontro, no dia 03 de setembro de 2019, e a atividade proposta consistiu na elaboração de Mapas Conceituais Finais, com o propósito de verificar a evolução conceitual apresentada pelos estudantes após o período de intervenção.

Novak e Cañas (2010) ressaltam que as representações gráficas são ferramentas que sempre podem ser reelaboradas e adicionados novos conceitos aprendidos. Portanto, essa prática pedagógica foi um instrumento que contribuiu para a construção de um conhecimento mais significativo no ensino de Genética, com foco nos conceitos relacionados aos sistemas sanguíneos.

Um ponto que merece atenção é que a atividade de criar mapas conceituais já havia sido proposta em duas situações anteriores, no primeiro momento da sequência didática, isso tornou a atividade repetitiva, na opinião dos estudantes. Mesmo explicando os propósitos bem peculiares da proposta, essa situação tirou a expectativa do aspecto inovador que os estudantes aguardavam em cada atividade.

Ainda assim, os alunos desenvolveram a atividade com dedicação, sendo possível observar mais habilidades na elaboração da organização hierárquica dos MC's e um maior número de elementos que foram inseridos, quando comparados às produções anteriores. Assim, no decorrer da elaboração dos constructos, a estrutura conceitual dos conhecimentos dos alunos era externalizada e cada mapa portava a idiosincrasia dos seus idealizadores.

## CAPÍTULO 6

### 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os saberes da Genética representam um estudo indispensável no campo das ciências biológicas e podem contribuir consideravelmente para a formação integral do indivíduo. Todavia, o ensino dessa disciplina, no âmbito da Educação Profissional, costuma-se manifestar, preeminentemente, em uma concepção pedagógica tradicional e o uso predominante dos livros didáticos intensifica as lacunas cognitivas decorrentes de conceitos específicos e complexos. Os resultados da investigação das produções acadêmicas, compilados no estado da arte, também demonstram as fragilidades na aprendizagem e apontam que ainda é incipiente o número de publicações que abordam o ensino de Genética nas escolas de ensino médio do Brasil no âmbito da pós-graduação.

Nesse sentido, como forma de contribuir com o ensino de Genética, esta pesquisa, que tem características peculiares em sua essência científica, bem como por considerar a possível eficácia da utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) à educação profissional, sobretudo pela importância dos conhecimentos iniciais do alunado na interface de aprendizagem, conseguiu abranger um conjunto de aspectos em interações biológicas, científicas, culturais e tecnológicas, tendo como tema central os sistemas sanguíneos.

Nesse cenário, revolvendo a escassez de publicações na área, torna-se eminente discutir a relação dos conteúdos aplicados na disciplina para o processo de ensino-aprendizagem e a necessidade da produção de materiais que viabilizem o desenvolvimento de uma postura construtivista na sala de aula. Sendo assim, essa pesquisa promoveu a realização de um trabalho capaz de agregar diferentes práticas metodológicas para o aperfeiçoamento da *práxis* docente, buscando ressignificar o espaço escolar, e assim, contemplar as necessidades dos estudantes no envolvimento e desempenho das práticas educativas apresentadas.

A pesquisa objetivou verificar as contribuições da sequência adequada e sistematizada dos conteúdos com ênfase na eficácia da construção dos jogos digitais, pelos próprios estudantes, como ferramenta facilitadora na assimilação dos conceitos biológicos. Para tanto, a elaboração da sequência didática priorizou a apresentação, primeiramente, das ideias mais gerais e inclusivas do tema proposto e progressivamente diferenciadas em níveis maiores de especificidades, conforme a teoria ausubeliana ressalta.

Os resultados são considerados satisfatórios ao revelar o produto educacional desenvolvido como estratégia didática dinâmica capaz de auxiliar os docentes em sua prática pedagógica para a aprendizagem de conceitos dos sistemas sanguíneos, e demonstraram que os jogos digitais construídos são instrumentos favoráveis para promover um ensino interdisciplinar, tão enfatizado na educação profissional, ao articular e interagir os conhecimentos genéticos e conhecimentos técnicos do curso, auxiliando na superação do ensino tradicional.

Dessa maneira, as múltiplas produções técnicas aplicadas nesse trabalho foram determinantes para uma avaliação coerente e inevitavelmente possibilitaram a verificação das aprendizagens construídas ao longo do processo. Portanto, a proposta teórico-metodológica fundamentada na TAS e desenvolvida nessa pesquisa produziu resultados consistentes e possibilitou ampliar a compreensão dos conceitos relacionados aos sistemas sanguíneos. Destarte, ao avaliar a sequência didática elaborada e aplicada aos partícipes, ainda que referenciada pelos pressupostos da teoria de aprendizagem, apresenta certa singularidade com a experiência docente da pesquisadora, sugerindo para os professores possíveis adaptações em conformidade com cada realidade local contemplada.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel promulga que o indivíduo aprende significativamente a partir da relação estabelecida entre os conhecimentos apresentados e os conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitiva. Sendo assim, para o autor, os conhecimentos prévios constituem a variável mais importante para o ensino, pois servirão de pontes cognitivas para a assimilação das novas informações. Essa concepção do autor foi evidenciada, nesta pesquisa, por meio do processo de triangulação dos dados, que compreendeu a análise dos questionários/testes, dos mapas conceituais e da nova situação de aprendizagem proposta ao final da intervenção, bem como as análises da construção e apresentação dos jogos digitais, que demonstraram a ocorrência de apropriação significativa, favorecendo o estudante na assimilação dos conceitos de sistemas sanguíneos e a construção de significados na área biológica.

Nesse quadro de interesse, a etapa inicial realizada nesse processo enfocou a imprescindibilidade do professor investigar previamente, por meio de situações didáticas, os subsunçores que os estudantes possuem e ensinar nesse direcionamento com vistas a favorecer uma estrutura cognitiva mais robusta no que se refere aos conceitos biológicos. Sendo assim, o pré-teste aplicado inicialmente revelou a insuficiência de subsunçores capazes de ancorar as novas informações que seriam apresentadas e realçou a premissa da presença de conteúdos da disciplina de Genética com alta complexidade.



E sob essa orientação, para suprir temporariamente a ausência de subsunções válidas e significativos para a incorporação do material aprendido, o primeiro momento da sequência didática foi construído com uso de organizadores prévios, que representam importantes estratégias pedagógicas organizadas, de forma a facilitar a aprendizagem dos conteúdos, de acordo com os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, assim como a estrutura mental do indivíduo está organizada. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) explicam que:

A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta. (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 144).

As atividades promoveram a efetiva participação e interesse dos estudantes, pois a organização sequencial do ensino considerava os conceitos relevantes da estrutura mental, o que tornou favorável a manifestação de outro aspecto fundamental da teoria, a predisposição do estudante em aprender de maneira significativa. Dentre as atividades desenvolvidas, os mapas conceituais compreenderam recursos eficazes e demonstraram uma exitosa progressão dos conceitos da temática. Para a sua construção, considera-se que os níveis de hierarquia devem partir dos conceitos mais gerais para conceitos mais específicos, bem como suas inter-relações.

Portanto, essas representações gráficas demonstraram uma visão integrada dos conteúdos apresentados, segundo a compreensão cognitiva do construtor. Assim, a análise qualitativa e comparativa dos constructos anterior e posterior à intervenção, apresentou, sob os critérios estabelecidos, melhor qualidade, permitindo avaliar, dentro de certa medida, o nível de assimilação dos conteúdos. Cabe reiterar, no entanto, que essas ferramentas não constituem um trabalho pronto e acabado, mas possibilitam, a partir da reestruturação dos saberes, que os conceitos envolvidos sejam (re)construídos, envolvendo os novos conhecimentos compreendidos.

O pós-teste foi aplicado com o mesmo propósito de constatar a evolução dos conhecimentos dos sistemas sanguíneos. Apontou-se, por meio das comparações de desempenho entre os testes diagnóstico inicial e final, uma mudança conceitual expressiva, evidenciando a incorporação de novos conceitos refletidos pelos registros de respostas coerentes e completas.

A respeito da intervenção pedagógica, a elaboração e construção dos jogos digitais, pelos próprios estudantes, configurou-se em uma estratégia favorável em virtude da turma

investigada pertencer ao curso técnico que apresenta um eixo tecnológico. Os resultados expostos na análise dos jogos demonstraram que os conceitos interiorizados pelos estudantes interagiram com a temática dos jogos, um processo que fortaleceu e aprimorou os conhecimentos do componente curricular analisado, além de agir mutuamente com o campo técnico.

Essa prática pedagógica foi considerada dinâmica, mediada pela pesquisadora e pelo professor colaborador, que ao proporcionar momentos desafiadores, instigou e motivou os participantes, tornando-os protagonistas na construção do próprio saber. Dessa maneira, a manipulação do material de aprendizagem por parte do aluno estimulou o desenvolvimento da criatividade, socialização das ideias, criticidade e pesquisa, habilidades que evidenciam os resultados de uma proposta de indicativos de aprendizagem significativa.

A TAS é uma teoria de aprendizagem oportuna para o contexto escolar ao vislumbrar um ensino que possa ser organizado de forma potencialmente significativa ao aluno, que por meio de sua disposição positiva ao aprendizado, renuncia a aprender de maneira automática, arbitrária e literal. E, diante de contextos ainda não vivenciados, o aluno conseguirá estabelecer conexões com o conhecimento aprendido e com autonomia propor soluções para as situações propostas.

No intuito de verificar esse princípio que a proposta de uma nova situação de aprendizagem foi elaborada e aplicada aos alunos e apresentou um resultado satisfatório ao expressar uma porcentagem de elucidação do caso exposto superior a 84%.

É importante relatar que, a experiência da pesquisadora, proporcionada com o desenvolvimento da presente pesquisa, foi de extrema relevância em virtude do conhecimento que foi substancial para o crescimento pessoal e profissional. A relação pesquisadora-alunos compreendeu aprendizagens constantes, principalmente pelas habilidades distintas, em que a pesquisadora compartilhava de saberes da área de formação, enquanto os estudantes compartilhavam dos conhecimentos técnicos em programação de jogos digitais, promovendo uma construção mútua de conhecimentos.

Trata-se de uma investigação que, diante dos resultados obtidos, contribuiu para um ensino eficaz na Educação Profissional e as atividades sugeridas e compiladas no produto educacional estimularam a proatividade dos educandos e ampliaram a possibilidade de uma proposta que conecta diferentes componentes curriculares, constituindo-se de uma ferramenta facilitadora para o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, espera-se que com a aplicabilidade do produto educacional desenvolvido, os docentes se interessem por novos métodos para abordagem dos conteúdos de Genética e se

prontifiquem a propor, para os estudantes, a construção de jogos digitais. Dessa forma, salienta-se que o experimento apresentado não é estático, não se aplica unicamente aos conteúdos de Genética e nem se restringe aos cursos técnicos da Educação Profissional e poderá, portanto, ser reproduzido e readaptado em outros contextos educacionais. Neste sentido promulga-se a importância da modalidade profissional dos programas de pós-graduação, na possibilidade de realização do produto educacional, de tamanha importância para a extensão e aplicação das propostas defendidas.

O que se pretende divulgar com esse estudo é que a elaboração de atividades didáticas sequenciadas e embasadas na TAS podem promover um ambiente interessante e estimulante e associada a proposição da construção de jogos digitais pode favorecer, nos educandos, a formação do pensamento científico e reflexivo, o envolvimento nas atividades de forma colaborativa e o desenvolvendo de habilidades de criticidade e criatividade, e, sobretudo torná-los capazes de resolver os desafios que permeiam sua vida fora da sala de aula.

## REFERÊNCIAS

- ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**. Orientador: José Augusto da Silva Pontes Neto. 2008. 239 f. Tese. (Doutorado em Educação) - UNESP, Marília, São Paulo, 2008. Disponível em: [http://www.marilia.unesp.br/Home/Pós-graduação/Educação/Dissertações/alegrar\\_ms\\_mar.pdf](http://www.marilia.unesp.br/Home/Pós-graduação/Educação/Dissertações/alegrar_ms_mar.pdf). Acesso em: 28 set. 2018.
- ALVES, A. G. **Eu fiz meu game: um framework para criação de jogos digitais por crianças**. Orientador: Regina Célia Linhares Hostins. 2017. 288 f. Tese. (Doutorado em Educação) - UNIVALI. Santa Catarina, Itajaí, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/56132706-Adriana-gomes-alves-eu-fiz-meu-game-um-framework-para-criacao-de-jogos-digitais-por-criancas.html>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: volume 3. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010. 376 p.
- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: ENFOPE - ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 10., FOPIE - FÓRUM INTERNACIONAL PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL, 11., Aracaju, 2017. **Anais...** 2017. p.1-11. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/4710/1566>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARNI, G. dos S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. Orientador: Geraldo Moretto. 2010. 184 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) - FURB, Santa Catarina, 2010. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, Volta Redonda, RJ. v. 9, n. 17, p. 95-102, jun. 2017. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/771/1169>. Acesso em: 13 abr. 2019.
- BELMONT, R. S. **A aprendizagem significativa da biomecânica e da análise qualitativa do movimento por professores de educação física**. Orientadores: Evelyse dos Santos Lemos e Paula Hentschel Lobo da Costa. 2015. 263 f. Tese (Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) - FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/13178/1/rachel\\_belmont\\_ioc\\_dout\\_2015.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/13178/1/rachel_belmont_ioc_dout_2015.pdf). Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CARVALHO, D. N. **Objeto de aprendizagem digital como proposta de ensino por investigação em Biologia**. Orientador: Carmen Maria De Caro Martins. 2017, 112f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) - UFMG, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-ANHPEU?show=full>. Acesso em: 10 jul. 2019.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. Orientador: Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - UFSC, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88524?show=full>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CIAVATTA, M.; RAMOS, M. Ensino Médio e Educação Profissional no Brasil - Dualidade e Fragmentação. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 5, n. 8, p. 27-41, jan./jun. 2011. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/viewFile/45/42>. Acesso em 13 jun. 2019.

COSTA, T. C. A. Uma abordagem construcionista da utilização dos computadores na educação. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 3., 2010, Pernambuco/RE. **Anais Eletrônicos**. Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Thais-Cristina-Alves-Costa.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CURSINO, A. G. **Contribuições das tecnologias para uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento de projetos no Ensino Fundamental I**. Orientador: Carlos Yujiro Shigue. 2017. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, USP, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97138/tde-21112017-142801/pt-br.php>. Acesso em: 03 jun. 2019.

DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. In: ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 16., 2012, Campinas. **Anais...** UNICAMP, 2012. p. 1-9. Disponível em: <http://endipe.pro.br/ebooks-2012/2345b.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018.

FARIAS, E. M. *et al.* Elaboração e construção de modelo didático para elucidar o Sistema ABO no ensino de Biologia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 13., 2015, Recife/PE. **Anais...** UFRGS, 2015. p. 1-13. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10192964-Elaboracao-e-construcao-de-modelo-didatico-para-elucidar-o-sistema-abo-no-ensino-de-biologia.html>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FREIRE, A. de S. **O Jogo do Genoma: um estudo sobre o ensino de genética no ensino médio**. Orientador: Milton Ozório Moraes. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Ensino de

Biociências e Saúde) - FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4086>. Acesso em: 14 abr. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FONSECA, A. L. de C. **Estações da genética do sistema ABO: uma proposta para o ensino de biologia**. Orientador: Ester Tartarotti. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, UFMS, Campo Grande, 2018. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/6012>. Acesso em: 23 abr. 2019.

GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione, 1999.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior**. 3ª ed. São Paulo: Atlas. 1997.

JUNQUEIRA, M. P. **A plataforma educacional Edmodo aplicada ao ensino de genética no ensino médio**. Orientador: Paulo Atsushi Suzuki. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, USP, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97138/tde-21112017-141527/pt-br.php>. Acesso em: 14 jun. 2019.

KUHN, T. Z.; ARAUJO, M. C. P. As disciplinas de genética da licenciatura em Ciências Biológicas e suas relações com o conteúdo expresso nos livros didáticos do Ensino Médio. In: EREBIO-SUL - ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5., SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION (ICASE), 4., 2011, Londrina/PR. **Anais...** Londrina: UEL, 2011, p. 1-10. Disponível em: <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T96.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

LEAL, C. A. **Estratégias didáticas como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes**. Orientador: Rosane Moreira Silva de Meirelles. 2017. 305 f. Tese. (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/26656>. Acesso em: 14 jun. 2019.

LEITE, R. C. M. **A produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de Genética**. Orientador: Nadir Ferrari. 2004. 219 f. Tese. (Doutorado em Educação) - UFSC, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87537?show=full>. Acesso em: 10 jan. 2019.

LIMA, A. F. **Jogos digitais: uma vivência na sala de aula de biologia**. Orientador: Marcelo Gomes Germano. 2017. 162 f. Dissertação (Mestrado em Formação de Professores) - UEPB, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2804>. Acesso em: 15 fev. 2019.

LOMBARDI, J. C. **Temas de pesquisa em educação**. Campinas, SP. Autores associados, 2003.

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

MACHADO, M. H. **Uso do vídeo como ferramenta no ensino de Genética**. Orientadores: Rosane Moreira Silva de Meirelles e Valéria da Silva Vieira. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - UniFOA, Volta Redonda, 2012. Disponível em: [http://sites.unifoa.edu.br/portal\\_ensino/mestrado/mecsma/arquivos/mh\\_42.pdf](http://sites.unifoa.edu.br/portal_ensino/mestrado/mecsma/arquivos/mh_42.pdf). Acesso em: 10 jan. 2019.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. A. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 20, p. 15-27, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/38990686.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 24-27, 2008. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Biologia/Artigos/showgene.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/showgene.pdf). Acesso em: 24 abr. 2019.

MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. M. **Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas**. Anais do XI Seminário SJEEC. Jogos Eletrônicos - Educação - Comunicação. 1 e 2 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/sjec/article/view/1236>. Acesso em 14 maio 2019.

MATOS, W. A. A.; CAMPOS, F. L. Jogo didático no Ensino Médio como facilitador do ensino-aprendizagem do sistema sanguíneo ABO. **Revista Espacios**, v. 38, n. 15, p. 7-16, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315677081\\_Jogo\\_didatico\\_no\\_ensino\\_medio\\_como\\_facilitador\\_do\\_ensino-aprendizagem\\_do\\_sistema\\_sanguineo\\_ABO](https://www.researchgate.net/publication/315677081_Jogo_didatico_no_ensino_medio_como_facilitador_do_ensino-aprendizagem_do_sistema_sanguineo_ABO). Acesso em: 23 abr. 2019.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. Orientador: Marco Antonio Moreira. 2012. 349 f. Tese (Doctorado em Enseñanza de las ciencias) - Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, 2012. Disponível em: <http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/192/1/Mendo%C3%A7a.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

MENDONÇA, C. A. S. MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 4, nº 7, p. 11-35, jan. 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/141154>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MEZALIRA, S. M.; ARAÚJO, M. C. P. A genética como foco de análise quanto às possíveis relações CTS: reflexos sobre a formação de professores no ensino superior. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007,

Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2007, p.1-10. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p806.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MORAES, R. M. **A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. Orientador: Josefa Aparecida Gonçalves Grígoli. 2005. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UCDB, Campo Grande, 2005. Disponível em: <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7796-a-aprendizagem-significativa-de-conteudos-de-biologia-no-ensino-medio-mediante-o-uso-de-organizadores-previos-e-mapas-conceituais-com-apoio-de-um-software-especifico.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2019.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais. **Cad. Cat. Ens. Fis**, Florianópolis, 3(1), p. 17-25, abr. 1986. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165810.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e Diagramas em V**. Instituto de Física, UFRS, Rio Grande de Sul, 2006. 103p. Disponível em: [http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas\\_Conceituais\\_e\\_Diagramas\\_V.pdf](http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf). Acesso em: 13 maio 2019.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Chile, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1(3), p. 25-46, 2011a. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: Editora EPU, 2011b. 248p.

MOREIRA, M. A. **O que é Afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Qurrículum, La Laguna, Espanha, 2012a. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2019.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2012b. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas**. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. Instituto de Física – UFRGS. PUCPR, 2012, 2013. Porto Alegre, RS. Disponível em: [http://www.profjudes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS\\_1518397339.pdf](http://www.profjudes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS_1518397339.pdf). Acesso em: 17 jun. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, Vol. 24, Nº 6, 2013. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24\\_n4\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf). Acesso em 28 abr. 2019.



MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2018. 248 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; NASCIMENTO, P. M. P. Contribuições de Jean Piaget à Educação Profissional: Apontamentos para a prática docente. **Cadernos da Pedagogia**. São Carlos, SP. Ano 11, v. 11, n. 22, p. 145-156, jan.-jun. 2018. Disponível em: [www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405](http://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405). Acesso em: 14 maio 2019.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>. Acesso em: 16 jun. 2019.

NOVAK, J. D. A theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 1(2), p. 1-14, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID7/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID7/v1_n2_a2011.pdf). Acesso em: 25 jun. 2019.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PAPERT, S. **Logo: computadores e Educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PALMERO, M. L. R., *et al.* **La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva**. 1ªed. Barcelona: Octaedro, 2008. Disponível em: <https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.../DIG003.pdf?...1>. Acesso em: 20 maio 2019.

PINHEIRO, S. A.; COSTA, I. A. S.; SILVA, M. F. Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino médio de biologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2013, p. 1-8. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1451-1.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2019.

PRADO, R. O.; QUINTINO, A. V.; BARROS, M. D. Conhecimentos prévios sobre o sistema ABO de alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Betim, Minas Gerais, Brasil. **Vittalle - Revista de Ciências da Saúde**, FURG. v. 27, p. 36-40, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/6084/3866>. Acesso em: 25 mar. 2019.

RIBEIRO, R. J. *et al.* Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, n. 1, jul. 2015. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/download/57589/34562>. Acesso em: 09 mar. 2019.

ROCHA, M. L. da; AGUIAR, K. F. de. Pesquisa-intervenção e a produção de novas análises. **Psicologia Ciência e Profissão**, 23 (4), p. 64-73, 2003. Disponível em: <http://psic.bvsalud.org/pdf/pcp/v23n4/v23n4a10.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2019.

ROSÁRIO, K. D. **O ensino de genética em escolas públicas de Urucuia – Mg.** Orientador: Flávia Melo Rodrigues. 2016. 53 f. Dissertação. (Mestrado em Genética) - PUCGO, Goiânia, 2016. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/2407>. Acesso em: fevereiro/2019.

SANTOS, A. de S. dos. **Desenvolvimento de jogos digitais pela educação básica: Uma experiência a distância.** Orientador: Juliana Regueira Basto Diniz. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia e Gestão em Educação a Distância) - UFRPE, Recife, 2014. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=1761722](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1761722). Acesso em: 17 jun. 2019.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: benefícios e desafios. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação**, UFRGS, v. 6, n. 2, dez. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405/8310>. Acesso em: 12 maio 2019.

SILVA, C. C. da. **Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada.** Orientador: Josefina Diosdata Barrera Kalhil. 2014. 187 f. Tese (Dourado em Educação em Ciências e Matemática) - UFMT, Manaus, 2014. Disponível em: <http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/98742af5bc055a1d123c544f58953292.pdf>. Acesso em 13 fev. 2019.

SILVA, O. G.; NAVARRO, E.C. A relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem. **Revista Eletrônica da Univar**, n. 8, v. 3, p. 95-100, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/247274539/A-RELACAO-PROFESSOR-ALUNO-NO-PROCESSO-ENSINO-APRENDIZAGEM>. Acesso em: 21 out. 2018.

SOUSA, N. F. L. de L. **Contribuições de uma proposta multimídia baseada no enfoque ciência, tecnologia e sociedade para o ensino das bases genéticas e imunológicas do sistema sanguíneo ABO humano.** Orientador: Fernando Costa Amaral. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_SousaNFL\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_SousaNFL_1.pdf). Acesso em: 15 mar. 2019.

SOUZA, G. F. de. **Mapas conceituais no ensino de ciências: uma proposta para a aprendizagem significativa de conceitos científicos nos anos iniciais.** Orientador: Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro. 2017. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) - UTFPR, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2473>. Acesso em: julho/2019.

SOUZA, J. L. dos S. **Conceitos da Genética com animações: uma estratégia para o Ensino Médio.** Orientador: Hilda Helena Sovierzoski. 2017. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - UFAL, Maceió, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/2990>. Acesso em: junho/2019.

TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia.** Orientador: Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – UFSM, Santa Maria, 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6656/TEMP%2C%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 mar. 2019.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIEIRA, M. da S. **Abordagem genética e imunofisiológica dos sistemas ABO e Rh para melhor compreensão e ensino da eritroblastose fetal**. Orientador: Fernando Costa Amaral. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_VieiraMS\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_VieiraMS_1.pdf). Acesso em: 10 mar. 2019.

VINHOLI JÚNIOR, A. J. Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a aprendizagem em conceitos em botânica. **Acta Scientiarum Education**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 281-288, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/14355>. Acesso em: 02 jun. 2019.

VINHOLI JÚNIOR, A. J. **Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular**. Orientador: Shirley Takeco Gobara. 2015. 208 f. Tese (Doutorado em Educação) - UFMS, Campo Grande, 2015. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=2434630](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2434630). Acesso em: 15 fev. 2019.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Newbury Park, CA: Sage, 2001.

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

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DOM BOSCO



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA PROMOVER APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE GENÉTICA RELACIONADOS AOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

**Pesquisador:** GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 12061419.0.0000.5162

**Instituição Proponente:** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do MS

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.299.347

**Apresentação do Projeto:**

Este projeto aborda a necessidade de repensar as práticas pedagógicas para o ensino de Genética, sobretudo para a subunidade Sistemas Sanguíneos. O objetivo da pesquisa é analisar as contribuições na construção da utilização de jogos digitais para a construção de conceitos do âmbito da genética dos sistemas sanguíneos. Para isso, será utilizado como referencial teórico e metodológico os pressupostos da Teoria da

Aprendizagem Significativa de David Ausubel (TAS). A investigação se dará por meio de uma intervenção com práticas pedagógicas inovadoras em sala de aula, aplicadas com estudantes do 3º ano do curso integrado ao ensino médio de Programação de Jogos Digitais de uma escola da rede pública estadual. Justifica-se a pertinência da pesquisa à interface nesse campo específico de estudo dos alunos da referida escola, o que

proporciona, em decorrência disso, um produto que possa aliar de forma eficaz os conhecimentos da base comum e da base técnica. Espera-se que o conteúdo articulado ao contexto dos estudantes, por meio da proposta de intervenção, proporcione a viabilidade de aplicação dos conceitos genéticos e desenvolva o pensamento científico, crítico e reflexivo acerca das questões propostas, relacionadas aos sistemas sanguíneos.

Endereço: Av. Tamandaré, 6000

Bairro: Jardim Seminário

CEP: 78.117-800

UF: MS

Município: CAMPO GRANDE

Telefone: (87)3312-3723

E-mail: cep@ucdb.br

## ANEXO B – ANUÊNCIA DA SED/MS

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Solicito autorização para realizar a pesquisa intitulada "O desenvolvimento de jogos digitais para promover aprendizagem significativa de conceitos de genética relacionados aos sistemas sanguíneos", com alunos do 3º ano A do Ensino Técnico em Programação de Jogos Digitais Integrado ao Ensino Médio na Escola Estadual Professor Sívio Oliveira dos Santos, situada no município de Campo Grande/MS, pelo período de dois meses, sob a responsabilidade da servidora **Gláucia Rosely Barbosa Marin** matrícula 129790022 e 129790023, lotada na Superintendência de Planejamento e Apoio Institucional (SUPAI), mestrandia do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS).

A pesquisa tem como objetivo investigar se o uso de jogos digitais voltados à aquisição de conceitos sobre a genética dos sistemas sanguíneos é potencialmente significativo para a aprendizagem deste conteúdo.

As intervenções desta pesquisa acontecerão durante o período de aula dos alunos. No primeiro momento, será aplicado um questionário prévio inicial (pré-teste) para verificar o conhecimento prévio dos alunos da turma sobre o referido tema. Após a análise dos dados advindos desse questionário, será ministrada uma aula expositiva, em que poderão ser utilizados vídeos e outras atividades sobre o conteúdo, no intuito de nivelar o conhecimento genético para as etapas posteriores. Os alunos serão instruídos sobre os processos para elaboração e construção de mapas conceituais, fundamentados pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Considerando o enfoque do curso técnico, os alunos serão convidados a elaborar, em grupo, um jogo digital no contexto dos sistemas sanguíneos, visando dinamizar e contribuir com o aprendizado desse conteúdo. Por fim, será aplicado um questionário final (pós-teste) e um mapa conceitual, para análise e avaliação da sequência didática, bem como para verificar a avaliação da aprendizagem.

Os benefícios desta pesquisa serão expostos à comunidade escolar através de banners em data estipulada pela Escola. Além disso, pretendemos disponibilizar nossa Sequência Didática no portal Protagonismo Juvenil, que consiste em uma plataforma de busca de recursos digitais de aprendizagem para professores e estudantes da rede estadual de ensino de MS.

Informamos que já foi feito contato prévio com a direção da escola e com a docente da disciplina na referida turma para a realização da pesquisa supracitada, ao qual foi manifestada concordância de ambas as partes.

Agradecemos antecipadamente pela autorização e ficamos à disposição para eventuais esclarecimentos e/ou parcerias futuras no contexto do ensino de biologia. Caso seja de interesse da SED, orientadora e orientador se comprometem a apresentar dados da pesquisa em oportunidades de formação no âmbito da docência em biologia ou em qualquer outra oportunidade.

Orientador: Prof. Dr. Ailton José Vinholi Júnior  
 IFMS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul  
 Professor EBTT/Biologia - IFMS  
 Fone: (57) 3370-9591 / E-mail: ailton.vinholi@ifms.edu.br  
 Servidora e Pesquisadora: Gláucia Rosely Barbosa Marin  
 Fone (57) 98258-4632 / E-mail: gmmerlh@sed.ms.gov.br

Campo Grande - MS, 25 de abril de 2019.

*Assinatura*  
 [Assinatura manuscrita]  
 [Rubrica]

## ANEXO C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

### 1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA PROMOVER APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE GENÉTICA RELACIONADOS AOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

### 2. PESQUISADORA

Nome completo: Glaucia Rosely Barbosa Marin

Telefones de contato: (67)9925-84632

e-mail: glauciammarin@gmail.com

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831 - Santo Antônio, Campo Grande/MS.

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

### 3. ORIENTADOR

Nome completo: Airton José Vinholi Júnior

Telefones de contato: (67) 3378-9589

e-mail: airton.vinholi@ifms.edu.br

Endereço institucional: Av. Ceará, nº 972 – Santa Fé, Campo Grande – MS

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

### 4. INFORMAÇÕES SOBRE O CEP

O CEP é a instância na qual o participante da pesquisa pode receber informações e protocolar queixas em relação aos procedimentos aos quais foi submetido durante a pesquisa, quando por estes se sentir lesado.

Nome: CEP UCDB

Endereço: Av. Tamandaré, 6000, Jardim Seminário – CEP: 79117-900 – Campo Grande-MS

Telefone: (67) 3312-3478

Email: cep@ucdb.br

### 5. OBJETIVOS DA PESQUISA:

Possibilitar a proposição de práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas com o ensino de Genética, subunidade sistemas sanguíneos, no Ensino Médio Integral em uma escola pública estadual de Campo Grande - MS, a partir dos pressupostos teóricos e metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### 6. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA (SÍNTESE):

A aplicabilidade do método tradicional desfavorece o ensino de genética, o professor como centro de todo o processo de ensino torna o aluno um sujeito passivo e reprodutor do conteúdo transmitido, não estimulando o envolvimento do estudante. A utilização exclusiva do livro didático submete a memorização de termos e conceitos específicos e de difícil entendimento sem um envolvimento com o contexto do aprendiz.

Dessa forma, o ambiente escolar torna-se desestimulante e acarreta o desinteresse dos estudantes e compromete o processo de ensino-aprendizagem. Esses fatores apresentam grande relevância, uma vez que contribuem para o fracasso escolar de forma considerável, tornando-se necessário o repensar sobre as metodologias empregadas em sala de aula.

Neste sentido, essa proposta objetiva contribuir com o seu aprendizado, com vistas à busca de novas técnicas que favoreçam a aquisição de mais conhecimentos de conteúdos de genética, visando que sua aprendizagem seja mais significativa.

### 7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Para este estudo serão adotados os seguintes procedimentos: aplicação de um questionário prévio (pré-teste) para verificar seus conhecimentos sobre a genética dos sistemas sanguíneos. Posteriormente, será ministrada uma aula expositiva, com vídeos e outras atividades sobre o conteúdo. Você será convidado a elaborar, em grupo, um jogo digital no contexto dos sistemas sanguíneos, que será uma oportunidade para aprender mais sobre esse conteúdo, de forma dinâmica e mais voltada à área de seu curso. Por fim, será aplicado um questionário final (pós-teste) e um mapa conceitual, para análise do aprendizado adquirido após o processo de intervenção. Todo esse processo será amparado por um referencial teórico de aprendizagem, denominada como Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### **8. POSSÍVEIS DESCONFORTOS E RISCOS E A FORMA COMO SERÃO ATENDIDOS OU ENCAMINHADOS:**

Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você. Assim, os seus dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes. Além disso, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

### **9. POSSÍVEIS BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS E FORMA DE DEVOLUTIVA DOS RESULTADOS AOS PARTICIPANTES:**

Sabe-se que o desenvolvimento de jogos digitais para fins educacionais pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar o conteúdo de sistemas sanguíneos a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvidas para esse fim.

Considerando as informações constantes dos itens acima e as normas expressas na Resolução nº 466/2012 do **Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde**, consinto, de modo livre e esclarecido, participar da presente pesquisa na condição de participante da pesquisa e/ou responsável por participante da pesquisa, sabendo que:

1. A participação em todos os momentos e fases da pesquisa é voluntária e não implica quaisquer tipos de despesa e/ou ressarcimento financeiro. Em havendo despesas operacionais, estas deverão estar previstas no Cronograma de Desembolso Financeiro e em nenhuma hipótese poderão recair sobre o participante da pesquisa e/ou seu responsável;
2. A liberdade de retirada do consentimento e da participação no respectivo estudo é garantida a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, punição ou atitude preconceituosa;
3. O anonimato é garantido;
4. Os dados coletados só serão utilizados para a pesquisa e os resultados poderão ser veiculados em livros, ensaios e/ou artigos científicos em revistas especializadas e/ou em eventos científicos;
5. A pesquisa aqui proposta foi aprovada pelo **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, da **Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)**, que a referenda; e
6. O presente termo está assinado em duas vias.

Campo Grande-MS \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do (a) voluntário

Meio de contato: \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

Glucia Rosely Barbosa Marin

Endereço: Rua Rosário Oeste, 240 São Jorge da Lagoa, Campo Grande, MS.

Telefone: (67) 992584632

3) \_\_\_\_\_

Airton José Vinholi Júnior

Endereço: Avenida Ceará, 972, Santa Fé, Campo Grande, MS.

Telefone: (67) 3378-9589

## **ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

### **1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:**

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA PROMOVER APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE GENÉTICA RELACIONADOS AOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

### **2. PESQUISADORA**

Nome completo: Glaucia Rosely Barbosa Marin

Telefones de contato: (67) 9925-84632

e-mail: glauciammarin@gmail.com

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831 - Santo Antônio, Campo Grande/MS.

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

### **3. ORIENTADOR**

Nome completo: Airton José Vinholi Júnior

Telefones de contato: (67) 3378-9589

e-mail: airton.vinholi@ifms.edu.br

Endereço institucional: Av. Ceará, nº 972 – Santa Fé, Campo Grande – MS

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

### **4. INFORMAÇÕES SOBRE O CEP**

O CEP é a instância na qual o participante da pesquisa pode receber informações e protocolar queixas em relação aos procedimentos aos quais foi submetido durante a pesquisa, quando por estes se sentir lesado.

Nome: CEP UCDB

Endereço: Av. Tamararé, 6000, Jardim Seminário – CEP: 79117-900 – Campo Grande-MS

Telefone: (67) 3312-3478

Email: cep@ucdb.br

### **5. OBJETIVOS DA PESQUISA:**

Possibilitar a proposição de práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas com o ensino de Genética, subunidade sistemas sanguíneos, no Ensino Médio Integral em uma escola pública estadual de Campo Grande - MS, a partir dos pressupostos teóricos e metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### **6. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA (SÍNTESE):**

A aplicabilidade do método tradicional desfavorece o ensino de genética, o professor como centro de todo o processo de ensino torna o aluno um sujeito passivo e reproduz o conteúdo transmitido, não estimulando o envolvimento do estudante. A utilização exclusiva do livro didático submete a memorização de termos e conceitos específicos e de difícil entendimento sem um envolvimento com o contexto do aprendiz. Dessa forma, o ambiente escolar torna-se desestimulante e acarreta o desinteresse dos estudantes e compromete o processo de ensino-aprendizagem. Esses fatores apresentam grande relevância, uma vez que contribuem para o fracasso escolar de forma considerável, tornando-se necessário o repensar sobre as metodologias empregadas em sala de aula.

Neste sentido, essa proposta objetiva contribuir com o seu aprendizado, com vistas à busca de novas técnicas que favoreçam a aquisição de mais conhecimentos de conteúdos de genética, visando que sua aprendizagem seja mais significativa.

### **7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:**

Para este estudo serão adotados os seguintes procedimentos: aplicação de um questionário prévio (pré-teste) para verificar seus conhecimentos sobre a genética dos sistemas sanguíneos. Posteriormente, será ministrada uma aula expositiva, com vídeos e outras atividades sobre o conteúdo. Você será convidado a elaborar, em grupo, um jogo digital no contexto dos sistemas sanguíneos, que será uma oportunidade para aprender mais sobre esse conteúdo, de forma dinâmica e mais voltada à área de seu curso. Por fim, será aplicado um questionário final (pós-teste) e um mapa conceitual, para análise do aprendizado adquirido após o processo de intervenção. Todo esse processo será amparado por um referencial teórico de aprendizagem, denominada como Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### **8. POSSÍVEIS DESCONFORTOS E RISCOS E A FORMA COMO SERÃO ATENDIDOS OU ENCAMINHADOS:**

Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas



por você. Assim, os seus dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes. Além disso, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

#### **9. POSSÍVEIS BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS E FORMA DE DEVOLUTIVA DOS RESULTADOS AOS PARTICIPANTES:**

Sabe-se que o desenvolvimento de jogos digitais para fins educacionais pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar o conteúdo de sistemas sanguíneos a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvidas para esse fim.

Considerando as informações constantes dos itens acima e as normas expressas na Resolução nº 466/2012 do **Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde**, consinto, de modo livre e esclarecido, participar da presente pesquisa na condição de participante da pesquisa e/ou responsável por participante da pesquisa, sabendo que:

1. A participação em todos os momentos e fases da pesquisa é voluntária e não implica quaisquer tipos de despesa e/ou ressarcimento financeiro. Em havendo despesas operacionais, estas deverão estar previstas no Cronograma de Desembolso Financeiro e em nenhuma hipótese poderão recair sobre o participante da pesquisa e/ou seu responsável;
2. A liberdade de retirada do consentimento e da participação no respectivo estudo é garantida a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, punição ou atitude preconceituosa;
3. O anonimato é garantido;
4. Os dados coletados só serão utilizados para a pesquisa e os resultados poderão ser veiculados em livros, ensaios e/ou artigos científicos em revistas especializadas e/ou em eventos científicos;
5. A pesquisa aqui proposta foi aprovada pelo **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, da **Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)**, que a referenda; e
6. O presente termo está assinado em duas vias.

Campo Grande-MS \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_

Nome e assinatura do (a)

( ) Participante da pesquisa

( ) Responsável pelo participante

Meio de contato: \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

Gláucia Rosely Barbosa Marin

Endereço: Rua Rosário Oeste, 240 São Jorge da Lagoa, Campo Grande, MS.

Telefone: 67 992584632

3) \_\_\_\_\_

Airton José Vinholi Júnior

Endereço: Avenida Ceará, 972, Santa Fé, Campo Grande, MS.

Telefone: (67) 3378-9589

## ANEXO E - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º Momento da sequência didática desenvolvida com os participantes da pesquisa.

<b>1º Momento - Introdução dos Organizadores Prévios – Sala de Aula</b>	
<b>1º Encontro:</b> 28/05 – 2 aulas - carga horária: 1h:40min	
<b>Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caracterizar os principais componentes do sangue;</li> <li>✓ Diferenciar os grupos sanguíneos ABO e suas proteínas constituintes;</li> <li>✓ Debater a importância das doações sanguíneas;</li> <li>✓ Conscientizar os estudantes da sua responsabilidade enquanto ser social e</li> <li>✓ Promover a contextualização do conteúdo com as situações do cotidiano.</li> </ul>	
<b>Conteúdo:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangue</li> <li>✓ Características Gerais</li> <li>✓ Funções</li> <li>✓ Componentes do Sangue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Sanguíneo ABO</li> <li>✓ Aglutinogênio e aglutininas</li> <li>✓ Fenótipos para o sistema ABO</li> <li>✓ Genótipos para o sistema ABO</li> <li>✓ Transfusões sanguíneas</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Brainstorming</i></li> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>.</li> <li>✓ Análise do teste de hemograma.</li> <li>✓ Curiosidades sobre o sangue.</li> <li>✓ Modelos didáticos de hemácias, aglutinina e aglutinogênio.</li> <li>✓ Vídeo: “Doação de sangue: conheça o passo a passo”.</li> </ul>	
<b>2º Encontro:</b> 04/06 - 2 aulas - carga horária: 1h:40min	
<b>Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diferenciar os grupos sanguíneos Rh e suas proteínas constituintes;</li> <li>✓ Reconhecer as similaridades e diferenças entre Sistema Sanguíneo ABO e Rh;</li> <li>✓ Demonstrar as características e probabilidades para a ocorrência da eritroblastose fetal;</li> <li>✓ Propor situações de problematizações sobre os sistemas sanguíneos e</li> <li>✓ Interagir o conteúdo proposto com as experiências cotidianas.</li> </ul>	
<b>Conteúdo:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Sanguíneo Rh</li> <li>✓ Fenótipos para o sistema Rh</li> <li>✓ Genótipos para o sistema Rh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Transfusões sanguíneas</li> <li>✓ Eritroblastose fetal</li> <li>• Sistema MN</li> <li>• Mapa Conceitual Amostral</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quadro dos grupos sanguíneos.</li> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>.</li> <li>✓ Introdução e elaboração de amostras de mapas conceituais.</li> </ul>	
<b>3º Encontro:</b> 23/07 - 2 aulas – carga horária: 1h:40min	
<b>Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Integrar, diferenciar e conciliar conceitos;</li> <li>✓ Reconhecer a importância da tipagem sanguínea e</li> <li>✓ Compreender as etapas do método científico.</li> </ul>	

<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas Conceituais Iniciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipagem sanguínea</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboração de mapas conceituais na temática dos sistemas sanguíneos.</li> <li>✓ Aula de laboratório.</li> </ul>		
<b>4º Encontro:</b> 13/08 - 2 aulas – carga horária: 1h:40min		
<b>Objetivos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar possíveis dificuldades na compreensão dos conceitos de sistemas sanguíneos.</li> <li>✓ Reforçar os conceitos aprendidos.</li> </ul>		
<b>Conteúdo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão dos Conteúdos</li> </ul>		
<b>Estratégias Didáticas:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em powerpoint e</li> <li>✓ Problematizações a partir de situações que envolvem os sistemas sanguíneos.</li> </ul>		

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

2º Momento da sequência didática desenvolvida com os participantes da pesquisa.

<b>2º Momento - Elaboração dos Jogos Digitais – STE 3</b>		
<b>1º Encontro:</b> 14/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min		
<b>Objetivos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar o tema do jogo com a proposta de sistemas sanguíneos.</li> </ul>		
<b>Conteúdo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução à Elaboração dos Jogos Digitais.</li> </ul>		
<b>Estratégias Didáticas:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Em slides em <i>powerpoint</i> serão amostrados alguns jogos como exemplos.</li> <li>✓ Em grupos, os estudantes organizarão e anotarão as ideias sobre os temas para a construção dos jogos – <i>Brainstorming</i> ou “Epifania de ideias”.</li> </ul>		
<b>2º Encontro:</b> 15/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min		
<b>Objetivos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar as ideias no formato do Jogo Digital.</li> </ul>		
<b>Conteúdo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução à Elaboração dos Jogos Digitais.</li> </ul>		
<b>Estratégias Didáticas:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Término da elaboração do roteiro do jogo</li> <li>✓ Criação dos nomes dos jogos digitais.</li> </ul>		
<b>3º Encontro:</b> 20/08 – 3 aulas – carga horária: 2h:30min		
<b>Objetivos:</b>		

✓	Elaborar as ideias do formato do Jogo Digital.
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução à Elaboração dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Marcação das imagens ou <i>blockmesh</i> (representação visual ou <i>level design</i> do cenário e elementos presentes no jogo)</li> </ul>
<b>4º Encontro: 22/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estruturar o jogo digital</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução à Programação dos Jogos Digitais</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Momento para sanar as dúvidas dos participantes da pesquisa.</li> </ul>
<b>5º Encontro: 23/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estruturar o jogo digital.</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Início do desenvolvimento do algoritmo da fonte do jogo.</li> </ul>
<b>6º Encontro: 26/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estruturar o jogo digital</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desenvolvimento do algoritmo da fonte do jogo.</li> </ul>
<b>7º Encontro: 27/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estruturar o jogo digital.</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificação de possíveis ajustes, bem como o refinamento de mecânicas e outros elementos do jogo.</li> </ul>
<b>8º Encontro: 28/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estruturar o jogo digital.</li> </ul>

<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificação de possíveis ajustes, bem como o refinamento de mecânicas e outros elementos do jogo.</li> </ul>
<b>9º Encontro: 29/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar a testagem dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapa final da produção dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Os jogos serão testados pelos diferentes grupos de estudantes desenvolvedores, que estarão representando os game <i>testers</i> ou testadores on-line, proporcionando maior interação entre os grupos.</li> </ul>
<b>10º Encontro: 30/08 - 3 aulas - carga horária: 2h:30min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar os Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pós-produção dos Jogos Digitais.</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nesta etapa, são corrigidos alguns problemas pontuais.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

3º Momento da sequência didática desenvolvida com os participantes da pesquisa.

<b>3º Momento - Elaboração dos Mapas Conceituais – Sala de Aula</b>	
<b>1º Encontro: 03/09 - 2 aulas - carga horária: 1h:40min</b>	
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar a aprendizagem dos conteúdos de sistemas sanguíneos.</li> </ul>
<b>Conteúdo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema ABO, Sistema Rh e Sistema MN</li> </ul>
<b>Estratégias Didáticas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboração dos mapas conceituais finais.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

## ANEXO F – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO SUJEITO

**Pesquisador (a):** Mestranda Glaucia Rosely Barbosa Marin

**Orientador (a):** Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA PROMOVER APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE GENÉTICA RELACIONADOS AOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

**Escola Estadual:** Prof. Silvio Oliveira dos Santos

**Curso:** Técnico em Programação de Jogos Digitais Integrado ao Ensino Médio

**Alunos do 3º ANO - Turno:** Matutino

**Eixo Tecnológico:** Informação e Comunicação

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

1. Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

02. Idade: \_\_\_\_\_ anos

03. Primeira vez que está cursando o 3º Ano do Ensino Médio? ( ) Sim ( ) Não

04. Você gosta de estudar a disciplina de Genética? ( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

05. Observe os itens abaixo e assinale as situações que mais podem influenciar na dificuldade em aprender Genética:

( ) Não consigo entender as explicações do professor.

( ) Tenho dificuldade com os termos técnicos e conceitos específicos da biologia.

( ) Tenho dificuldade de visualizar os exemplos do conteúdo dados pelo professor.

( ) Entendo o que o professor explica, mas tenho dificuldade na resolução das atividades.

( ) Outra justificativa \_\_\_\_\_

06. Você consegue identificar com facilidade os conteúdos de Genética aprendidos com as situações que ocorrem no seu cotidiano?

( ) Sim ( ) às vezes ( ) Não

07. Você estudou conteúdos de Genética no Ensino Fundamental?

( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

08. Você considera importante o estudo de Genética no Ensino Médio?

( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

09. Você utiliza o computador com finalidade de estudar os conteúdos ensinados em sala?

( ) Sim ( ) Às vezes ( ) Não

10. Já participou de alguma aula do conteúdo de Biologia em que o professor (a) tenha utilizado de metodologias diferenciadas como jogos didáticos, aulas práticas, entre outros?

( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

11. Já participou de alguma aula do conteúdo de Biologia em que em que você tenha elaborado e construído um material pedagógico como um jogo didático ou eletrônico, aulas práticas, dinâmicas, entre outros?

( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

12. Você acredita que a utilização de ferramentas digitais (ex:é jogos, animações, vídeos, quizz) pode motivar os estudantes e tornar o conteúdo de genética interessante? ( ) Sim ( ) Não

Comente: \_\_\_\_\_

## ANEXO G – PRÉ-TESTE

**Aplicação de questionário de pesquisa:** DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS PARA PROMOVER APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE GENÉTICA RELACIONADOS AOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

**Pesquisador (a):** Mestranda Glaucia Rosely Barbosa Marin

**Orientador (a):** Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

**Escola Estadual:** Prof. Silvio Oliveira dos Santos

**Curso:** Técnico em Programação de Jogos Digitais Integrado ao Ensino Médio.

**Alunos do 3º ANO - Turno:** Matutino **Eixo Tecnológico:** Informação e Comunicação

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

Prezado(a) estudante

Estamos propondo algumas questões que envolvem o conhecimento prévio (inicial) sobre conteúdos de genética, mais especificamente ao assunto de sistemas sanguíneos. A sua participação é fundamental para a pesquisa que estamos desenvolvendo, em que buscaremos aprimorar o Ensino de Biologia. Por meio de suas respostas, iremos elaborar uma estratégia didática visando promover uma aprendizagem que seja significativa para o conteúdo de sistemas sanguíneos. Assim, é necessário que você seja bastante sincero e faça de acordo com os seus conhecimentos. Não utilize conhecimento de outro (a) colega na realização da atividade. Não haverá nenhum tipo de prejuízo caso você não saiba ou faça errado. Caso não saiba responder alguma questão, não retorne nela após ler as questões seguintes. Este teste trata-se apenas de uma análise prévia e muito importante para esta pesquisa.

**Questão 1.** No ensino de genética, a primeira lei de Mendel preconiza que dois alelos (por exemplo: **A** e **a**) podem formar 3 tipos de genes: **AA** (homozigoto dominante), **Aa** (heterozigoto) e **aa** (homozigoto recessivo). Dessa forma, se utilizarmos o exemplo acima para o albinismo (ausência de pigmentação na pele), os indivíduos **AA** e **Aa** apresentam fenótipo normal e os indivíduos **aa** são afetados (fenótipo albino).

A herança dos sistemas sanguíneos também é mendeliana. Abaixo, estão algumas perguntas sobre a genética dos sistemas sanguíneos.

**a)** Quais são os tipos de sistemas sanguíneos que você conhece?

**b)** Quais são os tipos sanguíneos que você conhece?

**c)** Quantos e quais são os alelos que compõem os seguintes grupos sanguíneos:

-ABO:

-Rh:

-MN:

**d)** Quais são os fenótipos (tipos de sangue) que compõem os seguintes grupos sanguíneos:

-ABO:

-Rh:

-MN:

**Questão 2.** Pode haver casos em que os filhos possuem tipo sanguíneo diferente dos pais? Justifique

**Questão 3.** Em sua opinião, qual é o tipo sanguíneo mais comum no Brasil? E o mais raro?

**Questão 4.** Em sua opinião, o que impede de uma pessoa doar ou receber sangue para outras pessoas?

**Questão 5.** Qual é o tipo de sangue doador universal? E o receptor universal? Justifique sua resposta.

**Questão 6.** Um casal que tem sangue Rh positivo pode ter filhos com sangue Rh negativo? Justifique sua resposta.

**Questão 7.** Um casal que tem sangue Rh negativo pode ter filhos com sangue Rh positivo? Justifique sua resposta.

**Questão 8.** Há alguma relação no sentido dos filhos “adquirirem” mais o tipo de sangue do pai do que o da mãe, ou vice-versa? Explique.

**Questão 9.** Um homem com sangue AB casa-se com uma mulher que possui sangue O. Qual(is) o(s) tipo(s) de sangue que jamais um filho desse casal poderia ter? Justifique sua resposta.

**Questão 10.** Um casal que tem sangue tipo A pode ter filhos com tipo sanguíneo O?

( ) Sempre

Justifique a alternativa assinalada:

( ) Nunca

( ) Depende

**Questão 11.** Você sabe o que são aglutinogênios (ou antígenos) e aglutininas (ou anticorpos)? Em caso positivo, cite quais são os aglutinogênios e aglutininas que você conhece e qual a relação deles com os tipos de sangue.



## ANEXO H – NOVA SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

**Pesquisadora:** Glaucia Rosely Barbosa Marin

**Orientador:** Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

**Título da Pesquisa:** UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

**Escola Estadual:** Prof. Silvio Oliveira dos Santos

**Curso:** Técnico em Programação de Jogos Digitais Integrado ao Ensino Médio

**Alunos do 3º ANO - Turno:** Matutino

**Eixo Tecnológico:** Informação e Comunicação

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

### NOVA SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Considere a situação hipotética narrada a seguir:

Em janeiro de 2019, na cidade de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul, ocorreu a troca de três crianças recém-nascidas na maternidade local. No entanto, as famílias envolvidas foram informadas que os alunos do 3º ano do Curso Técnico em Programação de Jogos Digitais, da Escola Estadual Professor Sílvio Oliveira dos Santos, possuem muitos conhecimentos acerca dos Sistemas Sanguíneos e podem, portanto, a partir dos indícios abaixo, elucidar o caso e devolver os bebês para os verdadeiros pais.

**1º Passo:** Desvendar os tipos sanguíneos dos pais.

Família Nascimento:

**O pai:** Nas hemácias estão presentes os aglutinogênios A e B e o plasma não apresenta aglutininas

**A mãe:** Não possui aglutinogênio em suas hemácias e o plasma possui aglutinina anti-A e Anti-B.

Família Silva:

**O pai:** Seu tipo sanguíneo possui aglutinogênio A na membrana das hemácias.

**A mãe:** Seu tipo sanguíneo possui aglutinogênio B na membrana das hemácias.

Obs: O casal possui genótipo homocigoto.

Família Borges:

**O pai e a mãe** apresentam o tipo sanguíneo considerado o doador universal.

FAMÍLIA	TIPO SANGUÍNEO (ABO e Rh)	
Nascimento	Pai: Grupo	Rh-
	Mãe: Grupo	Rh-
Silva	Pai: Grupo	Rh+
	Mãe: Grupo	Rh+
Borges	Pai: Grupo	Rh+
	Mãe: Grupo	Rh-

**2º Passo:** Desvendar o tipo sanguíneo dos bebês.

Para o Sistema ABO:

**Bebê 1:** Seu tipo sanguíneo é classificado como o receptor universal para o sistema ABO e heterozigoto para o sistema Rh.

**Bebê 2:** Seu tipo sanguíneo permite doações em transfusões sanguíneas para os tipos A, B, AB e O, com fenótipo homozigoto recessivo para o sistema Rh.

**Bebê 3:** Seu tipo sanguíneo possibilita receber somente os tipos de sangue A e O, com fenótipo homozigoto recessivo para o sistema Rh.

<b>BEBÊ</b>	<b>TIPO SANGUÍNEO (ABO e Rh)</b>	
Bebê 01	Grupo	Rh
Bebê 02	Grupo	Rh
Bebê 03	Grupo	Rh

**3º Passo:** Identificar os pais de cada bebê.

<b>FAMÍLIA</b>	<b>BEBÊ (Nº)</b>
Nascimento	
Silva	
Borges	

Obs: É muito importante a realização dos cruzamentos para evidenciar suas descobertas.

## ANEXO I – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO FINAL

**Aplicação de questionário de pesquisa:** UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

**Pesquisadora:** Glaucia Rosely Barbosa Marin

**Orientador:** Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

**Escola Estadual:** Prof. Sílvio Oliveira dos Santos

**Curso:** Técnico em Programação de Jogos Digitais Integrado ao Ensino Médio.

**Alunos do 3º ANO - Turno:** Matutino

**Eixo Tecnológico:** Informação e Comunicação

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

### Pós-Teste

**Questão 1.** Os grupos sanguíneos foram descobertos no início do século XX (cerca de 1900 - 1901), quando o cientista austríaco Karl Landsteiner se dedicou a comprovar que havia diferenças no sangue de diversos indivíduos. Em nosso estudo, abordamos os sistemas de classificação de grupos sanguíneos na espécie humana e suas principais características.

- a. Quais os sistemas sanguíneos trabalhados durante as aulas?
- b. Identifique os grupos sanguíneos existentes em cada sistema sanguíneo.
- c. Preencha a tabela abaixo:

Sistema Sanguíneo	Fenótipo(s)	Genótipo(s)
ABO		
Rh		
MN		

**Questão 2:** Qual tipo sanguíneo é considerado doador universal? E qual tipo é considerado receptor universal? Como são feitas essas classificações?

**Questão 3.** Os aglutinogênios e aglutininas são importantes proteínas presentes no sistema ABO. Cite os exemplos que existem entre elas e a relação que elas estabelecem com os grupos sanguíneos.

**Questão 4:** Explique como o(s) tipo(s) sanguíneo(s) dos pais pode(m) influenciar na determinação do(s) tipo(s) sanguíneo(s) dos filhos.

**Questão 5:** O conhecimento acerca dos tipos sanguíneos é muito importante, principalmente por haver algumas restrições em situações em que são necessárias transfusões sanguíneas. Explique por que essa incompatibilidade sanguínea pode ocorrer?

**Questão 6.** Como pode(m) ser o(s) tipo(s) sanguíneo(s) de filhos, para o sistema Rh, cujos pais sejam do grupo Rh negativo?

**Questão 7.** Como pode(m) ser o(s) tipo(s) sanguíneo(s), para o sistema Rh, de filhos cujos pais sejam do grupo Rh positivo?

**Questão 8.** Qual o tipo sanguíneo que ocupa o primeiro lugar presente na maior parte da população brasileira e o tipo sanguíneo encontrado na minoria da população brasileira?

**Questão 9.** Qual a probabilidade de um casal, que tem tipo sanguíneo A, ter um filho com tipo sanguíneo O?

**Questão 10.** Qual a chance de um casal, em que ambos tenham tipo sanguíneo AB, ter um filho do grupo O. Justifique sua resposta.

**Questão 11.** É possível ocorrer o nascimento de filhos que tenham o tipo sanguíneo diferente dos pais. Explique.

**ANEXO J – ROTEIRO EXPERIMENTAL****TIPAGEM SANGUÍNEA / SISTEMA ABO/Rh**

Escola: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Estudante: \_\_\_\_\_

**PROCEDIMENTOS**

- 1) Limpe uma lâmina com álcool 70% e deixe-a secar.
- 2) Escreva sobre a lâmina as indicações para os anticorpos anti-A, anti-B e anti-D (para Rh). Escreva próximo à borda e com espaçamento entre cada anotação.
- 3) Pressione um dos dedos da mão, da base para a ponta, de modo que o fluxo sanguíneo se concentre na extremidade.
- 4) Desinfete a ponta do dedo com álcool 70% e perfure-a com uma lanceta estéril.
- 5) Pingue uma gota do soro desejado no local indicado da lâmina e, logo após, uma gota de sangue sobre o soro.
- 6) Misture bem com palito de madeira (ATENÇÃO: Uma ponta de palito para cada tipo de soro e pessoa).
- 7) Observe, por até 2 min, se houve aglutinação e conclua o seu tipo sanguíneo para os sistemas ABO e Rh.

**RESULTADOS**

- Se ocorreu aglutinação apenas na primeira gota, o sangue é do tipo A;
- Se ocorreu aglutinação apenas na segunda gota, o sangue é do tipo B;
- Se ocorreu aglutinação na primeira e na segunda gota, o sangue é do tipo AB;
- Se não ocorreu aglutinação, o sangue é do tipo O.
- Se ocorreu aglutinação na terceira gota, o sangue é Rh positivo.

**VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

01. Quais foram os objetivos desta aula prática?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

02. Para cada sistema sanguíneo (ABO e Rh), informe os possíveis genótipos e fenótipos do grupo.

---

---

---

03. Explique, utilizando os princípios genéticos e imunológicos, porque o sangue O- é considerado doador universal e o sangue AB+ é considerado receptor universal.

---

---

---

04. A partir do resultado obtido para o seu tipo sanguíneo e de seus colegas (sistemas ABO). Elabore uma tabela de possíveis receptores e doadores de cada tipo sanguíneo.

**APÊNDICE A - GLOSSÁRIO DOS TERMOS TÉCNICOS EM GENÉTICA.**

<b>Aglutinina</b>	É uma proteína específica do plasma sanguíneo, com a função de anticorpo, e, portanto, combate o aglutinogênio estranho do organismo.
<b>Aglutinogênio</b>	É uma proteína presente na membrana das hemácias, possuem dois tipos, A e B. Também denominado de antígeno, assim, sua presença ou ausência determina o tipo sanguíneo equivalente ao Sistema ABO.
<b>Alelo</b>	São formas alternativas de um mesmo gene que, conseqüentemente, ocupam o mesmo <i>locus</i> em cromossomos homólogos e são os que atuam em uma mesma característica. São exemplos de alelos para os sistemas sanguíneos: I <sup>A</sup> , I <sup>B</sup> , i.
<b>Biotecnologia</b>	Trata-se de um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos. A palavra tem origem grega: “bio” significa vida, “tecno” remete a técnica e “logos” quer dizer “conhecimento”.
<b>Codominância</b>	Herança genética que ocorre quando ambos os alelos de um gene se expressam integralmente no heterozigoto, de tal forma que o fenótipo desse heterozigoto é distinto, ou até mesmo bem diferente, dos fenótipos observados no homozigoto. Um exemplo, é o genótipo I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> , nessa condição não há relação de dominância e nem recessividade entre os alelos do gene responsável pelo tipo sanguíneo AB.
<b>Cromossomo</b>	São estruturas compostas de DNA que, por sua vez, carregam os genes de um ser vivo, responsáveis por definir as características físicas particulares de cada indivíduo.
<b>Doador Universal</b>	São indivíduos que possuem o tipo sanguíneo O-, e por essa razão, podem doar sangue para qualquer pessoa, porque não possuem os aglutinogênios A e B e também o fator Rh.

<b>Doença Hemolítica do Recém-Nascido</b>	Ver Eritroblastose Fetal.
<b>Dominância</b>	São genes que se manifestam tanto em homozigose, quanto em heterozigose. Estes tipos de genes, sempre são simbolizados pela letra maiúscula do alfabeto, como por exemplo: I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> .
<b>Eritroblastose Fetal</b>	É uma doença que resulta da incompatibilidade sanguínea entre a mãe e o feto. Ocorre em casos em que a mãe Rh- casa-se com um homem Rh+ e tem um filho Rh+. Assim, os anticorpos produzidos pela mãe na gestação anterior poderão atingir o sangue do feto e provocar a destruição das suas hemácias.
<b>Fenótipo</b>	É empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas, físicas, fisiológicas ou comportamentais. O fenótipo resulta da atividade dos genes em conjunto com o meio ambiente.
<b>Gene</b>	É um segmento de DNA responsável pela determinação de um caráter hereditário (Unidade de transmissão hereditária).
<b>Genótipo</b>	Refere-se a constituição gênica do indivíduo, ou seja, aos genes que ele possui. É representado por letras (I <sup>A</sup> i, RR, rr) que representam os alelos de um determinado gene.
<b>Hemácias</b>	São células sanguíneas, também conhecidas por glóbulos vermelhos ou eritrócitos. Apresentam a função de oxigenação dos tecidos, sendo também responsáveis pela cor vermelha do sangue.
<b>Hemaglutinação</b>	É um exame de laboratório que utiliza hemácias e anticorpos para verificar a presença de um antígeno no sangue. É um método também utilizado para determinação dos grupos sanguíneos.
<b>Herança genética</b>	É o processo pelo qual um organismo ou célula adquire ou torna-se predisposto a adquirir características semelhantes à



do organismo ou célula que o gerou, através de informações codificadas que são transmitidas à descendência. Também conhecida por herança biológica.

<b>Herança Sanguínea</b>	É o processo em que os descendentes adquirem dos genitores os genes responsáveis pelas características fenotípicas dos tipos sanguíneos.
<b>Hereditariedade</b>	São os genes dos pais herdados pelos filhos por meio dos gametas, a partir dos quais desenvolvem suas características.
<b>Heredograma</b>	São diagramas que demonstram, por símbolos, o mecanismo de transmissão das características e parentesco dentro de uma família.
<b>Incompatibilidade Sanguínea</b>	Acontece quando uma pessoa possuidora de determinada aglutinina (anticorpo) recebe sangue com o aglutinogênio correspondente (antígeno). Consiste, portanto, no resultado de uma transfusão sanguínea incompatível em que as hemácias transferidas vão se aglutinando assim que penetram na circulação, formando aglomerados compactos, que podem obstruir os capilares prejudicando a circulação do sangue.
<b>Material Genético (DNA)</b>	É a molécula responsável por armazenar a informação necessária para a codificação e produção das proteínas essenciais ao funcionamento celular e metabólico do organismo. Sua atribuição consiste na transmissão das características hereditárias de uma geração para outra.
<b>Plasma Sanguíneo</b>	Corresponde à parte líquida do sangue, onde estão mergulhados os elementos celulares: hemácias, leucócitos e plaquetas.
<b>Quadro de Punnett</b>	Trata-se de um diagrama que permite determinar as frequências esperadas de um genótipo para um dado cruzamento.

<b>Receptor Universal</b>	São indivíduos com tipo sanguíneo AB+ e que podem receber qualquer tipo de sangue, porque não possuem aglutininas no plasma e também o anti-Rh.
<b>Recessividade</b>	Os genes recessivos são simbolizados pela letra minúscula do alfabeto e só se manifestam quando estão em homozigose, como, por exemplo: ii.
<b>Rh Nulo</b>	Conhecido como sangue dourado, um tipo raro de sangue em que os glóbulos vermelhos não possuem nenhum tipo de antígeno Rh.
<b>Síntese Proteica</b>	É o processo que ocorre no interior das células biológicas e que geram novas proteínas.
<b>Sistema Sanguíneo ABO</b>	Composto pelos quatro tipos de sangue, A, B, AB e O, estes são caracterizados pela presença ou ausência de substâncias presentes nas hemácias denominadas aglutinogênio e pela presença ou ausência de outras substâncias, as aglutininas, presentes no plasma.
<b>Sistema Sanguíneo MN</b>	Composto pelos tipos sanguíneos M, N e MN, a determinação depende, portanto, da presença do antígeno M e N nas hemácias, sendo que não há relação de dominância e nem recessividade entre eles.
<b>Sistema Sanguíneo Rh</b>	Composto pelos tipos sanguíneos Rh+ e Rh-, determinados pela presença ou ausência do fator Rh e os alelos (R e r) responsáveis apresentam dominância completa.

**APÊNDICE B - QUADRO DAS PRODUÇÕES *STRICTU SENSU*.**


<b>Nº</b>	<b>Ano de Defesa</b>	<b>Autor</b>	<b>Orientador</b>	<b>IES</b>	<b>Tipo do Programa</b>	<b>Tipo de Documento</b>
01	2004	Manoel Pereira Barros	Francimar Martins Teixeira Macedo	UFPE	Educação	Dissertação
02	2004	Raquel Crosara Maia Leite	Nadir Ferrari Demétrio Delizoicov	UFSC	Educação	Tese
03	2005	Lucio Ely Ribeiro Silvério	Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli	UFSC	Educação Científica e Tecnológica	Dissertação
04	2005	Taitiány Kárita Bonzanini	Fernando Bastos	UNESP	Ensino de Ciências e Matemática	Dissertação
05	2006	Grasiela de Luca Casagrande	Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli	UFSC	Educação Científica e Tecnológica	Dissertação
06	2006	Luciano Rogério Destro Giacóia	Jehud Bortolozzi	UNESP	Educação para a Ciência	Dissertação
07	2008	Alba Flora Pereira.	Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão Zília Maria Soares Jófili	UFRPE	Ensino das Ciências	Dissertação
08	2008	Luis Fernando dos Santos Silveira	Soyonara Salvador Cabral da Costa Regina Maria Rabello Borges	PUC RS	Educação em Ciências e Matemática	Dissertação

09	2008	Márcia Adelino da Silva	Isauro Beltrán Nuñes Iloneide Carlos de Oliveira Ramos	UFRN	Educação	Tese
10	2009	Alexandre de Sá Freire	Milton Ozório Moraes	Fiocruz	Ensino de Biociências e Saúde	Tese
11	2009	Mariana Guelero do Valle	Clarice Sumi Kawasaki	USP	Ensino de Ciências	Dissertação
12	2010	Graziela dos Santos Barni	Geraldo Moretto Edson Schroeder	FURB	Ciências Naturais e Matemática.	Dissertação
13	2010	Nelson Fernandes Lopes de Lima e Sousa	Fernando Costa Amaral Claudia de Vilhena Schayer Sabino	PUC Minas	Ensino de Ciências e Matemática	Dissertação
14	2010	Regiani Magalhães De Oliveira Yamazaki	Ângela Maria Zanon	UFMS	Ensino de Ciências	Dissertação
15	2011	Daiana Sonogo Temp	Marlise Ladvoat Bartholomei Santos	UFMS	Educação em Ciências	Dissertação
16	2012	Maria Helena Machado	Rosane Moreira Silva de Meirelles Valéria da Silva Vieira	UniFOA	Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente	Dissertação
17	2013	Arianne Francielle Silva Brão	Ana Maria Teresa Benevides Pereira	UEM	Educação para a Ciência e a Matemática	Dissertação

18	2013	Grasielle Pereira Sousa	Paulo Marcelo Marini Teixeira	UESB	Educação Científica e Formação de Professores	Dissertação
19	2013	Marcelo da Silva Vieira	Fernando Costa Amaral Claudia de Vilhena Schayer Sabino	PUC Minas	Ensino de Ciências e Matemática	Dissertação
20	2014	Gilmar de Fatima Weingärtner	Letícia Knechtel Procopiak Angela Emilia de Almeida Pinto	UTFPR	Formação Científica, Educacional e Tecnológica	Dissertação
21	2014	Livia Ferreira Novaes	Luíz Fernando Crocco Afonso	UFJF	Matemática	Dissertação
22	2015	Ariane Brunelli	Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	USP	Ensino de Ciências	Dissertação
23	2015	Hélio Sylvestre Dias Doliviera	Arandi Ginani Bezerra Júnior	UTFPR.	Formação Científica Educacional e Tecnológica	Dissertação
24	2015	Lucicleide Carlos Teixeira	Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen	UNIVATES	Ensino de Ciências Exatas	Dissertação
25	2016	Alberto Lopo Montalvão Neto	Patricia Montanari Giraldi	UFSC	Educação Científica e Tecnológica	Dissertação
26	2016	Kauane Durães do Rosário	Flávia Melo Rodrigues	PUC Goiás	Genética	Dissertação
27	2016	Victor Hugo Teixeira Alves	Raquel Crosara Maia Leite	UFC	Ensino de Ciências e Matemática	Dissertação

28	2017	Cassiane Martins Barbosa	Adriane Pinto Wasko Elisabete Cardieri	UNESP	Ciências Biológicas (Genética)	Dissertação
29	2017	Cristianni Antunes Leal	Rosane Moreira Silva de Meirelles	Fiocruz	Ensino em Biotecnologias e Saúde	Tese
30	2017	Daniel Nunes Carvalho	Carmen Maria de Caro Martins	UFMG	Educação e Docência	Dissertação
31	2017	Jeffles Layon Dos Santos Souza	Hilda Helena Sovierzoski	UFAL	Ensino de Ciências e Matemática	Dissertação
32	2017	Marcos Leonardo Martins Silva	Márcia Gorette Lima da Silva	UFRN	Ensino de Ciências Naturais e Matemática	Dissertação
33	2017	Marcus Paolo Junqueira	Paulo Atsushi Suzuki	USP	Projetos Educativos em Ciências	Dissertação
34	2018	Elizandra Paulino dos Santos	Denise de Freitas	UFSCar	Educação	Dissertação
35	2018	Fabio Seidel dos Santos	Antonio Carlos de Francisco Ângela Inês Klein	UTFPR	Ensino de Ciência e Tecnologia	Tese
36	2018	Marinaldo Magalhães Dantas	Karla Patrícia de Oliveira Luna	UEPB	Educação de Ciências e Matemática	Dissertação
37	2018	Melissa da Silva Escobar de Carvalho	Vera de Mattos Machado	UFMS	Ensino de Ciências	Dissertação
38	2019	Sergivaldo Leite da Silva	Simey de Souza Leão Pereira Magnata	UFPE	Ensino de Biologia	Dissertação

**APÊNDICE C**  
**PRODUTO EDUCACIONAL**

A collection of red blood cells, depicted as biconcave discs, scattered across the top half of the page. They are rendered in a realistic, slightly textured red color.

**ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS: O**  
**ESTUDANTE PROTAGONISTA NO**  
**PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM**  
**DE SISTEMAS SANGUÍNEOS**

Autora: GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN  
Orientador: AIRTON JOSÉ VINHOLI JÚNIOR

**Produto educacional**





GLAUCIA ROSELY BARBOSA MARIN

**MATERIAL DE APOIO PARA O ENSINO DE GENÉTICA, SUBUNIDADE  
SISTEMAS SANGUÍNEOS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo *campus* Campo Grande do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior

Produto Educacional vinculado à dissertação < **UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM GENÉTICA FUNDAMENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA** >

CAMPO GRANDE – MS  
2020

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste produto educacional, em meio convencional ou eletrônico, desde que seja a fonte citada.

Marin, Glaucia Rosely Barbosa

M337c Estratégias didáticas: o estudante protagonista no processo de ensino-aprendizagem de sistemas sanguíneos / Glaucia Rosely Barbosa Marin. – Campo Grande-MS, 2020.  
34 p. : il. ; 29 cm.

Produto educacional (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul-IFMS, Campus Campo Grande, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior.

1. Aprendizagem significativa. 2. Ensino de genética. 3. Sistemas sanguíneos. 4. Jogos digitais. 5. Mapas conceituais. I. Vinholi Júnior, Airton José. II. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. III. Título.

CDD 23. ed. 370.15

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Campus Campo Grande - IFMS  
Bibliotecária: Paula F. K. Iseki Marques CRB1 – n. 2502

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA .....	5.
2. INTRODUÇÃO .....	6.
3. OBJETIVOS .....	7.
4. VERIFICANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	7.
5. CARACTERIZANDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	8.
5.1. MAPAS CONCEITUAIS .....	9.
6. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	12.
6.1 PRIMEIRO MOMENTO .....	12.
6.1.1 Primeiro Encontro .....	12.
6.1.2 Segundo Encontro .....	15.
6.1.3 Terceiro Encontro .....	18.
6.1.4 Quarto Encontro .....	20.
6.2 SEGUNDO MOMENTO .....	21.
6.2.1 Primeiro Encontro .....	22.
6.3 TERCEIRO MOMENTO .....	23.
7. SÍNTESE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	24.
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	26.
9. REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES.....	26.
10. REFERÊNCIAS.....	27.
ANEXO A – PRÉ-TESTE.....	28.
ANEXO B – ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	29.
ANEXO C – GLOSSÁRIO DOS TERMOS TÉCNICOS EM GENÉTICA.....	31.

# 1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA



“Estratégias didáticas: o estudante protagonista no processo de ensino-aprendizagem de sistemas sanguíneos” apresenta a sequência de ensino aplicada aos alunos da Educação Profissional de uma escola pública estadual de Mato Grosso do Sul e se constitui em uma ferramenta colaboradora das práticas docentes para aprendizagem significativa dos conteúdos de Genética, mais especificamente dos sistemas sanguíneos.

O material instrucional foi elaborado, subsidiado pelo referencial teórico-metodológico da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e desenvolvido em sala, nas aulas de Biologia e das disciplinas técnicas de uma turma de 3º ano do Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio, retratando uma proposta dinâmica, interdisciplinar e eficaz na contribuição do processo de construção do saber.

Sendo assim, todo o aporte teórico, bem como as discussões e considerações oriundas da análise dos dados coletados a partir da aplicação do material didático encontram-se na dissertação “Uma sequência didática com a proposta de construção de jogos digitais em genética fundamentada na teoria da aprendizagem significativa”, de mesma autoria.

Reitera-se que, o produto educacional desenvolvido não deve ser considerado um manual estático, mas uma sugestão de atividades diversificadas, compiladas e experimentadas no contexto da pesquisa com enfoque na importância do desenvolvimento da proatividade do estudante e que pode, portanto, serem facilmente remodeladas e ressignificadas de acordo com cada realidade educacional.

Os autores.

## 2. INTRODUÇÃO

As novas exigências do modelo educacional acarretaram na necessidade de mudança do perfil docente, que precisa deixar de ser o detentor do conhecimento, aquele que apenas dissemina os conteúdos escolares e limita o estudante a uma atitude passiva e receptiva dos assuntos abordados.

O professor deve, portanto, dentro da concepção construtivista, tornar-se o mediador do processo de ensino-aprendizagem e ao considerar o aluno responsável pela própria aprendizagem deve envolvê-lo na dinâmica pedagógica e propiciar uma postura criativa, reflexiva e autônoma por meio de práticas inovadoras e situações didáticas contextualizadas com a realidade que os permeia, principalmente pautadas no compartilhamento de saberes.

Um método de ensino promissor diante dos desafios apresentados no processo de ensino-aprendizagem de Genética, uma disciplina extremamente importante e que contribui para a formação integral do estudante. Uma vez que, a Educação Profissional não deve preocupar-se unicamente com o desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva, ou seja, de simplesmente formar profissionais com conhecimentos técnicos para o mercado de trabalho, mas, sobretudo, despertar a preocupação na formação do cidadão e assim, garantir o desenvolvimento multidimensional dos sujeitos, isso inclui os aspectos intelectual, físico, emocional, social e cultural.

Contudo, observa-se que, o ensino da disciplina é trabalhado, habitualmente, com a utilização massiva do livro didático e a abordagem dos conceitos é restrita a definições simples, abstratas e o uso de termos específicos, o que compromete a aprendizagem de forma considerável.

Nesse contexto, a sequência didática se consolida como uma ferramenta eficaz, descrita e experimentada em uma perspectiva construtivista e cognitivista, amparada pela Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Portanto, constitui-se em um arcabouço de atividades dinâmicas capazes de despertar a curiosidade e o interesse pelos diversos fenômenos que abarcam a disciplina.

Um ensino investigativo centrado no aluno, com enfoque para a observação, elaboração de hipóteses e a resolução de problemas reais relacionados ao cotidiano dos estudantes e que ao possibilitar as relações interdisciplinares contempla a proposta de ensino integral da Educação Profissional e inviabiliza a transmissão de um saber fragmentado e desconectado na prática educativa.



### 3. OBJETIVOS

As atividades didáticas elaboradas destinam-se ao encorajamento da atuação docente em utilizar estratégias que favoreçam e estimulem as relações entre o conhecimento apresentado e os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos e assim, promover a aprendizagem significativa dos conteúdos de Genética, subunidade sistemas sanguíneos e que resultem em reflexões, envolvimento e, sobretudo na autonomia dos estudantes nas práticas propostas.

### 4. VERIFICANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Um dos critérios para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o sujeito estabeleça conexões entre a nova informação que está sendo apresentada e os conhecimentos que já possui na sua estrutura cognitiva<sup>1</sup>. Sob essa circunstância, o professor deve priorizar a investigação dos conhecimentos prévios de seus alunos antes de iniciar um determinado conteúdo.

Nesse quadro de interesse, a etapa inicial que deve ser realizada nesse processo refere-se à imprescindibilidade do professor que, por meio de situações didáticas, identifica os subsunçores<sup>2</sup> que os estudantes possuem para que possa prosseguir com a utilização da sequência didática proposta.



**CONCEITUANDO:** <sup>1</sup>*Estrutura Cognitiva:* Local onde as informações estão armazenadas de forma organizada e hierarquizada.

<sup>2</sup>*Subsunçores:* São os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do educando. É uma ideia ou um conceito que pode servir de ancoradouro para a nova informação que está sendo apresentada.



**SUGESTÃO:** O anexo A contém um pré-teste com questões relacionadas aos sistemas sanguíneos ABO, Rh e MN. No entanto, o professor poderá utilizar outras estratégias para avaliar os conhecimentos preexistentes na estrutura mental dos estudantes.

## 5. CARACTERIZANDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é definida pelo conjunto de atividades planejadas e sistematizadas para o ensino de um determinado conteúdo de maneira sucessiva. Dessa forma, consiste em uma importante estratégia educacional que, ao ser executada, pode facilitar a compreensão dos assuntos estudados e assim, favorecer a aprendizagem dos estudantes.

Brasil (2012, p.21) complementa que as sequências didáticas são ferramentas que corroboram para o processo de ensino-aprendizagem:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p-21).

Cabe aqui reiterar, que a elaboração da sequência didática deve compreender os objetivos preestabelecidos do docente acerca do que se pretende alcançar e sua organização deve primar pela interação entre professor-aluno-conteúdo. Assim, é imprescindível uma abordagem dialógica, em que o professor mediador das situações de ensino, promove o aluno a um participante do processo de construção do saber.

A sequência didática apresentada é composta de três momentos distintos e está amparada pelos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003), em que os conceitos e ideias estão organizados a partir de níveis mais gerais e mais inclusivos, prosseguindo para os níveis mais específicos e complexos, pois correlacionam-se com a mesma organização presente na estrutura cognitiva do estudante.

Sendo assim, as reuniões totalizam 40 aulas com a aplicação de atividades diversificadas que fomentem o desenvolvimento do pensamento lógico, a habilidade de argumentar e a interação com o conteúdo abordado a partir dos conhecimentos prévios dos participantes, estabelecendo a contínua contextualização com cada realidade vivenciada.

A utilização de organizadores prévios<sup>3</sup> está apresentada no primeiro momento da sequência didática com quatro encontros de duas aulas cada, por meio de atividades que compreendem o uso de vídeos, aula de laboratório e aula expositiva e dialógica, no segundo momento inicia-se a produção dos jogos digitais, pelos próprios estudantes, previsto para dez

encontros com três aulas cada e o terceiro momento, a construção de mapas conceituais finais com um único encontro de duas aulas.



**CONCEITUANDO:** <sup>3</sup> *Organizadores prévios*. É um recurso que pode ser utilizado quando não há subsunçores ou quando não são devidamente adequados (ancoradouro provisório). São materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade.

## 5.1 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais estão presentes na sequência didática como proposta de recursos didáticos aplicados antes e posterior ao processo de intervenção e constitui-se em uma importante ferramenta para a verificação de indicadores de aprendizagem.

A construção da estrutura dos mapas conceituais (MC's) reflete a teoria de David Ausubel e explicitam os princípios da diferenciação progressiva<sup>4</sup>, ao demonstrarem a mesma tendência de organização hierárquica da estrutura cognitiva, assim como a reconciliação integrativa<sup>5</sup>, a partir das relações entre os conceitos e proposições e o enfoque em suas principais diferenças e similaridades. Todavia, a estruturação do MC deve demonstrar de forma precisa os conceitos principais e secundários ou específicos (MOREIRA, 2013).

Sendo assim, essas formações bem peculiares presentes em MC's, como as relações existentes entre conceitos de diferentes segmentos sinalizados pelos *cross links* ou ligações cruzadas, permitem demonstrar um alto nível de desempenho na elaboração dessas ferramentas gráficas e traz a possibilidade de comparar as similaridades entre conceitos de domínio diferentes (NOVAK e CAÑAS, 2010).

A estrutura que compõe o mapa conceitual possibilita uma variedade de atribuições pertinentes para sua utilização e que favorecem o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, essas ferramentas gráficas possuem um alto potencial para facilitar a aprendizagem significativa e a relevância enquanto instrumentos pedagógicos fundamenta-se na teoria construtivista. Nessa perspectiva, o processo está centrado no aluno que participa ativamente na construção do próprio conhecimento frente a oportunidade de compartilhar e consolidar seus saberes a partir das experiências em sala.





Moreira (2012) afirma que o estudante, ao elaborar um mapa de conceitos, expressa suas próprias percepções e isso torna essa ferramenta didática extremamente pessoal. Nesse aspecto, o mesmo conteúdo abordado em sala de aula pode apresentar-se em mapas construídos de diferentes maneiras. Tendo em vista essas informações, é importante que o professor compreenda que não existe um mapa correto ou errado, contudo o que deve ser analisado precisamente são as evidências expressas por meio dos conceitos e as relações demonstradas entre eles.



**CONCEITUANDO:** <sup>4</sup>*Diferenciação Progressiva:* Os elementos mais gerais estão apresentados no topo do mapa e os mais específicos estão localizados na base do mapa.

<sup>5</sup>*Reconciliação Integrativa:* consiste nas possíveis relações (de semelhança e diferenças) estabelecidas entre os conceitos.



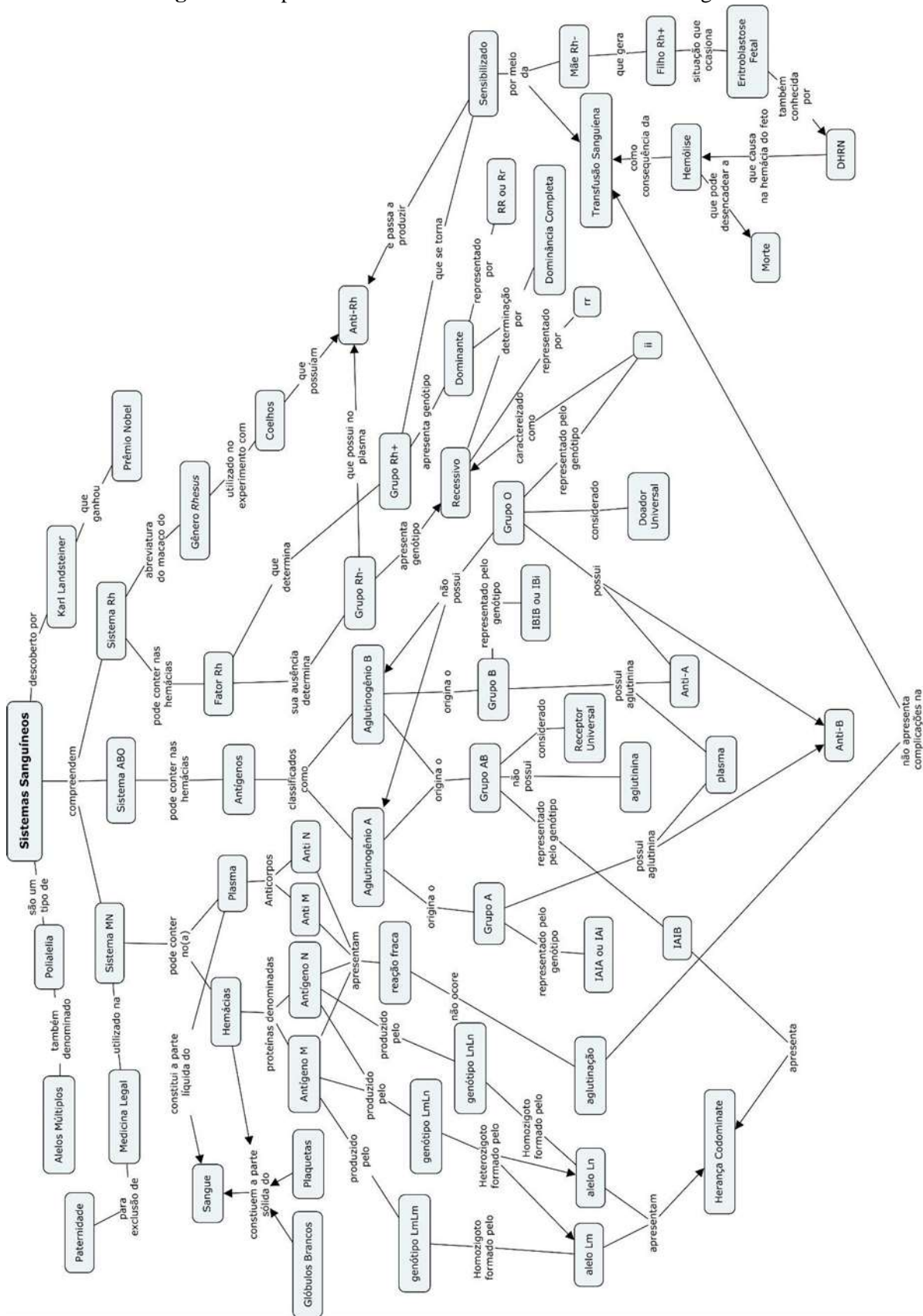
**SUGESTÃO:** O professor pode solicitar aos estudantes que transcrevam seus mapas conceituais no programa *CMap Tools*. Um Software desenvolvido pelo Institute for Human and Machine Cognition da The University of West Florida e que permite a criação, edição e formatação de mapas conceituais. Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>.  
52

O mapa conceitual de referência com o tema sistemas sanguíneo foi elaborado com o intuito de demonstrar os conteúdos e a sequência que podem ser trabalhados durante os encontros com os estudantes, conforme demonstrado na Figura 1.



**IMPORTANTE:** Na intenção de propiciar uma melhor compreensão dos conceitos mais específicos da área da Genética por parte de leitores de outras áreas de formação, as terminologias mais peculiares dessa disciplina, mencionadas neste produto educacional, foram registradas e definidas em um glossário, disposto no Anexo C.

**Figura 1: Mapa Conceitual de Referência dos Sistemas Sanguíneos.**



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

## 6. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta está estruturada nos seguintes elementos: tempo estimado, objetivos, conteúdos e estratégias didáticas, todavia é importante salientar que sua organização é passível de adequações de acordo com cada realidade trabalhada.

### 6.1 PRIMEIRO MOMENTO

Composto de quatro encontros, sendo necessário duas aulas cada. Esse primeiro momento compõem a Introdução dos Organizadores Prévios com intuito de nivelar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e prepará-los para receber a nova informação.



**IMPORTANTE:** Para o início do primeiro momento da sequência didática, o professor já deverá ter verificado os subsunçores presentes na estrutura cognitiva de seus estudantes para então introduzir os conteúdos.

#### 6.1.1 Primeiro Encontro

##### **TEMPO ESTIMADO:**

2 aulas (50 min. cada) - carga horária: 1h:40min

##### **OBJETIVOS:**

- ✓ Caracterizar os principais componentes do sangue;
- ✓ Diferenciar os grupos sanguíneos ABO e suas proteínas constituintes;
- ✓ Debater a importância das doações sanguíneas;
- ✓ Conscientizar os estudantes da sua responsabilidade enquanto ser social e
- ✓ Promover a contextualização do conteúdo com as situações do cotidiano.

## CONTEÚDO:

- ✓ Sangue e seus componentes e
- ✓ Introdução aos conceitos do sistema ABO.

## ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:

- Inicialmente, o professor poderá proporcionar momentos de reflexões acerca da importância da disciplina de Biologia, em específico à Genética em sala de aula, da necessidade dos conteúdos abordados estarem associados aos acontecimentos do dia a dia e como seriam as aulas acaso os professores utilizassem essas experiências no contexto dos assuntos ensinados.

- Em seguida propõe-se um *brainstorming*<sup>1</sup> com os conceitos que cada estudante possui sobre o sangue. O professor solicita que os alunos anotem as palavras em alguns “*post its*” (blocos de notas adesivos) relacionadas ao sangue para posteriormente fixar na parede para visualização de todos. Esse momento deve ser conduzido de forma a proporcionar a participação dos estudantes nas ideias relatadas.



**SUGESTÃO:** O professor pode criar uma nuvem das palavras e ideia sobre o sangue registradas pelos estudantes utilizando o recurso de edição de palavras-chave [edwordle.net](http://edwordle.net). Um método fácil e ilustrativo que permite o uso da ferramenta tecnológica para atrair a atenção e incentivar as discussões na aula.

- Na próxima etapa, o docente pode fazer uso de slides com imagens, definições, funções e algumas curiosidades sobre o sangue e seus componentes (hemácias, glóbulos brancos e plaquetas). Esses conteúdos são considerados gerais e facilmente presentes no cotidiano dos estudantes, isso torna a introdução do assunto de interesse, posteriormente, mais fácil de ser compreendida.

---

<sup>1</sup>Uma expressão inglesa traduzida por “tempestade de ideias”, técnica que consiste em reunir palavras ou ideias relativas a um tema comum.

- Na tentativa de dialogar a teoria com a prática, o professor apresenta um teste de hemograma (não identificar o portador do teste) e, a partir daí, poderá promover uma série de questionamentos relacionados às células sanguíneas presentes no teste, assim como algumas doenças ocasionadas pelo excesso ou escassez dos componentes.



**SUGESTÃO:** As questões abaixo podem ser utilizadas para promover a análise e discussão do resultado presente no teste do hemograma.

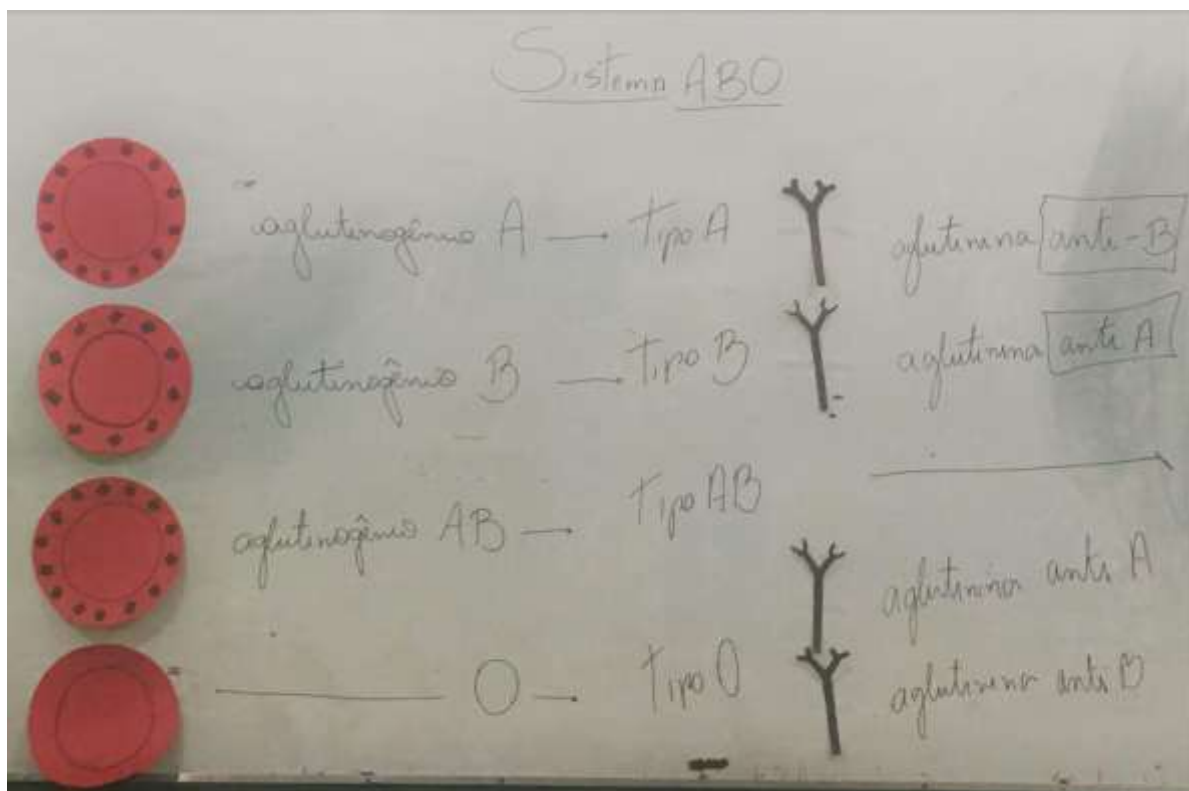
01. Quais elementos figurados estão presentes no hemograma?
02. Quantas hemácias existem em média no sangue de uma pessoa saudável?  
Quantas hemácias existem em média no sangue da pessoa que fez o exame?
03. Que anormalidade provavelmente seria diagnosticada se os glóbulos vermelhos estivessem abaixo do número recomendado?
04. Que alterações você esperaria encontrar no hemograma de um paciente com infecção em alguma parte do corpo?
05. Se esse paciente estivesse com dengue o que provavelmente apareceria no exame em relação aos componentes celulares?



**IMPORTANTE:** O intuito da atividade consiste na observação de uma situação que envolva termos e conceitos específicos do conteúdo e que são momentos recorrentes do cotidiano do estudante. Logo, não se pretende aqui substituir as orientações de um profissional da área, assim, deve-se enfatizar que, para uma análise mais metódica de um hemograma, é imprescindível o acompanhamento de um médico.

- Para a introdução dos conceitos do Sistema sanguíneo ABO, o professor fixa na parede modelos didáticos de hemácias, aglutinogênios e aglutininas confeccionados previamente com cartolinas (Figura 2). É importante que a sequência hierárquica da apresentação dos conteúdos permaneça dos conceitos mais gerais em direção aos conceitos mais específicos. Assim, o professor apresenta um tipo sanguíneo por vez e explica suas relações com essas proteínas e acrescenta os possíveis genótipos. Dessa forma, as características dos tipos sanguíneos ABO, quanto a presença de aglutinogênios e aglutininas, tornam-se mais compreensíveis, bem como os processos de transfusões sanguíneas. Embora os termos sejam extremamente técnicos, complexos e abstratos, a introdução dada anteriormente dos conceitos de hemácias e plasma corroboram para a aprendizagem.

**Figura2:** Modelos didáticos dos grupos ABO.



**Fonte:** Elaborado pela pesquisadora.

- Para finalizar a aula, deve ser realizada uma discussão pertinente sobre a importância das doações sanguíneas, pois proporcionam intensas reflexões acerca da participação e responsabilidade dos estudantes para essa ação social.



**SUGESTÃO:** O professor pode, nesse momento, apresentar um vídeo documentário para esclarecer acerca do assunto. Sugerimos o vídeo: "Doação de sangue: conheça o passo a passo", uma breve reportagem sobre os procedimentos para a realização de doações sanguíneas, com acesso pelo link: <https://youtu.be/HRPoREa6r6s>.

### 6.1.2 Segundo Encontro

**TEMPO ESTIMADO:**

2 aulas (50 min. cada) - carga horária: 1h:40min



## OBJETIVOS:

- ✓ Diferenciar os grupos sanguíneos Rh e MN e suas proteínas constituintes;
- ✓ Reconhecer as similaridades e diferenças entre sistema sanguíneo ABO e Rh;
- ✓ Demonstrar as características e probabilidades para a ocorrência da eritroblastose fetal;
- ✓ Propor situações de problematizações sobre os sistemas sanguíneos e
- ✓ Interagir o conteúdo proposto com as experiências cotidianas.

## CONTEÚDO:

- ✓ Sistema sanguíneo Rh e
- ✓ Sistema sanguíneo MN.

## ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:

- O professor inicia a aula com uma breve revisão dos conceitos do sistema ABO. Para tanto, apresenta aos estudantes slides elaborados com imagens e características específicas de cada tipo sanguíneo (Figura 3).

**Figura 3:** Slides com informações do sistema ABO

SISTEMA SANGUÍNEO ABO				GENÓTIPOS
AGLUTINOGÊNIO A Tipo sanguíneo A	→	Aglutininas Anti-B	A B AB O	$I^A I^A$ $I^A i$
AGLUTINOGÊNIO B Tipo sanguíneo B	→	Aglutininas Anti-A	A B AB O	$I^B I^B$ $I^B i$
AGLUTINOGÊNIO AB Tipo sanguíneo AB	→	Ausência de aglutininas	A B AB O	$I^A I^B$
SEM AGLUTINOGÊNIO Tipo sanguíneo O	→	Aglutininas Anti-A e Anti-B	A B AB O	$ii$

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

- Posteriormente, os alunos preenchem no quadro 1 as informações construídas ao longo do processo sobre cada tipo sanguíneo do sistema ABO, como as proteínas da membrana das hemácias (aglutinogênios) e do plasma (aglutininas) e os respectivos genótipos.

Tipo sanguíneo	Aglutinogênio	Aglutinina	Genótipo
A	A	Anti-B	$I^A I^A$ ou $I^A i$
B	B	Anti-A	$I^B I^B$ ou $I^B i$
AB	A e B	-	$I^A I^B$
O	-	Anti-A e Anti B	ii

**Quadro 1:** Informações dos grupos sanguíneos ABO.



**SUGESTÃO:** Para o preenchimento da tabela o professor pode utilizar algumas possibilidades, como entregar a tabela para ser inteiramente completada, apenas para alguns campos serem preenchidos ou ainda apresentar os campos preenchidos erroneamente e solicitar que os estudantes façam a correção.

- O conteúdo do sistema Rh inicia-se com a mesma sequência hierárquica obtida com o sistema ABO. E em slides os fenótipos, genótipos e as possibilidades de transfusões para esse sistema podem ser amostrados. Após essas explicações, o professor menciona as primeiras características da eritroblastose fetal ou Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN). Em seguida apresenta-se o Sistema MN, normalmente esse conteúdo gera impacto, pois a turma desconhece a existência dos grupos sanguíneos que compõem esse sistema, assim o professor complementa que suas reações de antígeno-anticorpo são raras e não apresentam problemas, por essa razão não são muito divulgados.

- Posteriormente, os alunos realizam alguns exercícios simples de probabilidades sobre os sistemas sanguíneos ABO e Rh para verificar as dúvidas e dificuldades de aprendizagem. O professor deve acompanhar todo o desenvolvimento e por meio da correção é possível observar a compreensão acerca do tema estudado.





**SUGESTÃO:** O professor, para a elaboração dos exercícios, solicita a participação dos estudantes, que podem dizer os grupos sanguíneos dos pais para efetuar as probabilidades fenotípicas e genotípicas dos descendentes. Todavia, o professor poderá, também, trazer exercícios previamente elaborados e que apresentem questões de interesse dos alunos.



**IMPORTANTE:** O professor deve constantemente promover a dialogicidade (FREIRE, 1996) com os estudantes, permitindo a interação do assunto abordado a momentos comuns do dia a dia.

- Em seguida, o professor aborda a importância da utilização de mapas conceituais, primeiramente como forma de organização dos estudos e demonstra a estrutura para a construção de um mapa conceitual. Assim, para verificar o desempenho na elaboração de mapas pode ser solicitada a criação de Mapa Conceitual Amostral com temas diversificados conforme a escolha dos estudantes.

É um momento em que os estudantes possuem muita liberdade para criar e autonomia na escolha dos temas, o professor, no entanto, deve acompanhar todo o processo de construção.



**SUGESTÃO:** Para exemplificar a estrutura dos mapas conceituais, o professor pode mostrar alguns mapas conceituais com temas diversos.

### 6.1.3 Terceiro Encontro

**TEMPO ESTIMADO:**

2 aulas (50 min. cada) - carga horária: 1h:40min

**OBJETIVOS:**

- ✓ Integrar, diferenciar e conciliar conceitos;
- ✓ Reconhecer a importância das aulas experimentais e

- ✓ Compreender as etapas do método científico.

### **CONTEÚDO:**

- ✓ Reações de hemaglutinação.

### **ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:**

- Após a introdução dos conceitos dos sistemas sanguíneos ABO, Rh e MN e a construção dos Mapas Conceituais Amostrais, o professor solicita aos estudantes a elaboração de mapas conceituais na temática dos sistemas sanguíneos. Essa aula propicia ao professor verificar a compreensão dos estudantes frente aos conteúdos já ministrados em sala de aula e assim, sanar as possíveis dúvidas que forem apresentadas. Essa atividade deve ser iniciada após a ministração dos conteúdos por considerá-los de difícil abstração e termos técnicos específicos encontrados na subunidade, todavia por ser inserida antes da atividade de intervenção, deve ser considerada como mapa conceitual inicial.

- Para a segunda aula do terceiro encontro, após o professor investigar se os alunos conhecem ou não a qual grupo sanguíneo pertencem, poderá confirmar as respostas com a análise da aula prática de “Tipagem sanguínea”. A aula de laboratório é um momento sempre de muita expectativa e entusiasmo para os estudantes e ao demonstrar a reação de hemaglutinação, por meio da visualização das amostras, é possível associar a explicação aos perigos da incompatibilidade em uma transfusão sanguínea. O professor deve proporcionar que os próprios estudantes sejam capazes de identificar os tipos sanguíneos por meio da observação das amostras. É importante que a aula de laboratório seja desenvolvida com o auxílio de um roteiro experimental (Anexo B).



**IMPORTANTE:** Para a realização da prática, o professor deve explicar que o procedimento será realizado com material esterilizado e descartável e solicitar a autorização da escola e dos responsáveis pelos estudantes menores de idade.

- As aulas de laboratório associadas às aulas teóricas devem constituir um processo único e despertar o interesse, a motivação, a cooperação e a pesquisa investigativa, e assim, garantir um espaço de reflexão que oportunize a construção do conhecimento.

#### 6.1.4 Quarto Encontro

##### **TEMPO ESTIMADO:**

2 aulas (50 min. cada) - carga horária: 1h:40min

##### **OBJETIVOS:**

- ✓ Identificar possíveis dificuldades na compreensão dos conceitos de sistemas sanguíneos e
- ✓ Reforçar os conceitos aprendidos.

##### **CONTEÚDO:**

- ✓ Revisão dos conteúdos: Sistema ABO / Sistema Rh / Sistema MN.

##### **ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:**

- O professor utiliza slides em *powerpoint* enfocando os principais pontos trabalhados nos sistemas sanguíneos. Para verificar a compreensão da temática aplicada, é importante a prática de exercícios com problematizações a partir de situações que envolvam os conceitos de sistemas sanguíneos.



**SUGESTÃO:** O professor poderá aplicar os exercícios abaixo.

1. (UFSM- adaptada). Para os grupos sanguíneos do sistema ABO, existem três alelos comuns na população humana. Dois (alelos A e B) são codominantes entre si e o outro (alelo O) é recessivo em relação aos outros dois.

De acordo com essas informações, pode-se afirmar:

- I. Se os pais são do grupo sanguíneo O, os filhos também serão do grupo sanguíneo O.
- II. Se os pais são do grupo sanguíneo A, os filhos poderão ser do grupo sanguíneo A ou O.

2. (UDESC 2010). Assinale a alternativa incorreta em relação à possibilidade de doações e às possíveis transfusões sanguíneas.

- a) Pessoas do grupo sanguíneo O são as receptoras universais, enquanto as do grupo sanguíneo AB são as doadoras universais.
- b) Pessoas do grupo sanguíneo AB e fator Rh+ (positivo) são receptoras universais.
- c) Pessoas do grupo sanguíneo O e fator Rh- (negativo) são doadoras universais.

d) Pessoas do grupo sanguíneo A podem doar para pessoas do grupo sanguíneo A e para as do grupo sanguíneo AB.

e) Pessoas do grupo sanguíneo AB podem doar somente para as do grupo sanguíneo AB.

3. (Biologia - UFV-MG). Após uma primeira gravidez bem-sucedida, uma mãe abortou três vezes. Seu caso foi diagnosticado, em consulta médica, como eritroblastose fetal. Em relação à patologia observada nesta família, assinale a alternativa CORRETA:

a) O pai é Rh positivo.

b) Os abortados certamente eram Rh negativo.

c) A mãe é Rh positivo.

d) A criança é Rh negativo.

e) Este casal jamais poderá ter outros filhos.

## 6.2 SEGUNDO MOMENTO

O segundo momento compõe a Produção de Jogos Digitais com a temática dos sistemas sanguíneos, esse período pode compreender 10 encontros com três aulas cada.



**IMPORTANTE:** Caso não seja possível dedicar este tempo previsto para a elaboração e criação dos jogos digitais, alternativas consistem na possibilidade de produção da proposta no contraturno ou como atividade avaliativa, por exemplo, para ser apresentada após um prazo previamente acordado com os estudantes.



**IMPORTANTE:** O segundo momento da sequência didática incentiva o protagonismo do aluno na construção dos saberes e no aprimoramento do caráter investigativo da atividade. Dessa forma, é fundamental o professor proporcionar uma proposta interdisciplinar, unificando os conhecimentos da disciplina do currículo comum (Biologia) e as possíveis disciplinas do currículo técnico.

### 6.2.1. Primeiro Encontro

#### **TEMPO ESTIMADO:**

3 aulas (50 min. cada) - carga horária: 2h:30min

#### **OBJETIVOS:**

- ✓ Elaborar o tema do jogo com a proposta de sistemas sanguíneos.

#### **CONTEÚDO:**

- ✓ Introdução à Elaboração dos Jogos Digitais.

#### **ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:**

- Com slides em *PowerPoint* o professor mostrará alguns jogos conhecidos mundialmente, juntamente com sua história de criação, em seguida algumas discussões essenciais para o curso poderão ser percorridas, como exemplo, o caminho que esses jogos digitais percorreram para que se tornassem amplamente conhecidos, bem como as atuais possibilidades de campo nessa área.



**SUGESTÃO:** *Angry Birds, Free Fire, Horizon Chase e Flappy Bird* são alguns exemplos de jogos digitais que fazem parte da cultura popular e que poderão ser pesquisados e demonstrados aos alunos.

- Em seguida, aconselha-se o professor apresentar o Sistema Kanban, largamente utilizado em estúdios de jogos e que consiste em um planejamento eficaz para otimizar o tempo na realização de tarefas. Assim, pode ser explicado que a técnica se fundamenta na amostra visual, em que as etapas ou *backlog* conhecidas como: *Design*, Desenvolvimento, Testes, *Deploy* e Produto utilizados para o desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos são demarcados logo após serem são executados, assim como se faz em um *check list*.

- Novamente o professor solicitará em grupos a realização de um Brainstorming ou “Epifania de ideias”, em que os estudantes organizarão e anotarão as ideias sobre os temas para a construção dos jogos. Assim, em folhas sulfites, o Título, Gênero, Ideias e Funcionalidade para o início do desenvolvimento dos Jogos Eletrônicos serão construídos. Esse é um momento que deve ser marcado por muitas discussões acerca do tipo de jogo que poderiam desenvolver e como inserir na criação os conteúdos dos sistemas sanguíneos estudados no decorrer do processo.

Essa fase consiste na intervenção propriamente dita da sequência didática, em que os estudantes apropriados dos conhecimentos de sistemas sanguíneos e das habilidades técnicas promulgadas pelo curso podem elaborar e construir jogos digitais, e então, como protagonistas na dinâmica de aprendizagem são constantemente mediados pelos professores das respectivas áreas de formação, constituindo um ensino interdisciplinar. Em virtude da autonomia do estudante em criar com liberdade os jogos digitais, os demais encontros não serão demonstrados, pois não há atividades previamente elaboradas.



**SUGESTÃO:** Esse momento é caracterizado pela participação ativa dos estudantes, sendo assim o professor pode adequar a proposta conforme a disponibilidade das ferramentas educacionais presentes na escola.

### 6.3 TERCEIRO MOMENTO

#### **TEMPO ESTIMADO:**

2 aulas (50 min. cada) - carga horária: 1h:40min

#### **OBJETIVOS:**

- ✓ Verificar a aprendizagem dos conteúdos de sistemas sanguíneos.

#### **CONTEÚDO:**

- ✓ Sangue e seus componentes / Sistema ABO / Sistema Rh / Sistema MN.

#### **ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:**

- Para finalizar a sequência didática, o professor irá propor a produção de mapas conceituais finais. Com a atividade finalizada será possível comparar os mapas conceituais iniciais e mapas conceituais finais e avaliar a ocorrência de evidências de aprendizagem significativa nos conteúdos trabalhados.

## 7. SÍNTESE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<b>SISTEMAS SANGUÍNEOS</b>
<b>1º MOMENTO</b>
<b>INTRODUÇÃO AOS ORGANIZADORES PRÉVIOS</b>
<b>1º Encontro: (2 aulas)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diálogo sobre a importância da disciplina.</li> <li>✓ <i>Brainstorming</i>.</li> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>.</li> <li>✓ Análise do teste de hemograma.</li> <li>✓ Modelos didáticos de hemácias, aglutinina e aglutinogênio.</li> <li>✓ Vídeo: “Doação de sangue: conheça o passo a passo”.</li> </ul>
<b>2º Encontro: (2 aulas)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tabela para preenchimento das informações dos grupos sanguíneos.</li> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>.</li> <li>✓ Introdução e elaboração de amostras de mapas conceituais.</li> </ul>
<b>3º Encontro: (2 aulas)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboração de mapas conceituais Iniciais na temática “sistemas sanguíneos”.</li> <li>✓ Aula de laboratório – Tipagem Sanguínea.</li> </ul>
<b>4º Encontro: (2 aulas)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em <i>powerpoint</i>.</li> <li>✓ Problematizações a partir de situações que envolvem os sistemas sanguíneos.</li> </ul>

## 2º MOMENTO

### ELABORAÇÃO E PRODUÇÃO DOS JOGOS DIGITAIS

#### 1º Encontro: (3aulas)

- ✓ Aula expositiva dialogada com utilização de slides em powerpoint.
- ✓ Apresentação do Sistema Kanban.
- ✓ Realização, em grupos, de um Brainstorming ou “Epifania de ideias.

#### Demais Encontros: (9 encontros com 3 aulas cada)

- ✓ Elaboração e Criação dos Jogos Digitais.

## 3º MOMENTO

### ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS FINAIS

#### 1º Encontro: (2aulas)

- ✓ Elaboração dos mapas conceituais finais.



**IMPORTANTE:** Ao final do processo é fundamental que o professor, com os trabalhos produzidos, incentive os alunos na participação em eventos científicos, a fim de, solidificar a compreensão dos alunos acerca da relevância da pesquisa desenvolvida e promover a interação com a sociedade científica nos debates propostos.



Com o término da pesquisa e diante da qualidade dos jogos desenvolvidas pelos estudantes, a pesquisadora e o professor técnico criaram o **Educa jogos em genética**, um site que disponibiliza os jogos para *download* por meio do acesso ao link <https://sites.google.com/view/educa-jogos-em-gentica>.



## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicabilidade das metodologias baseadas nos pressupostos da TAS, espera-se que os docentes apliquem novos métodos para abordagem dos conteúdos com o auxílio dessa sequência didática de forma que favoreçam a aprendizagem significativa, contribuindo para a formação do pensamento científico e reflexivo sobre as temáticas propostas. Nessa perspectiva, que os estudantes tornem-se proativos e envolvam-se nas atividades de forma colaborativa, desenvolvendo assim, suas habilidades de criticidade e criatividade, e, sobretudo sejam capazes de resolver os desafios que permeiam sua vida fora da sala de aula.

**“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.137).**

## 9. REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

MOREIRA. M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v.7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MOREIRA. M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: Editora EPU, 2011. 248p.

MOREIRA. M. A. **O que é Afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Qurrriculum, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2019

## 10. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06** / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012. 47 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MOREIRA. M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2019.

MOREIRA. M. A. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, Vol. 24, Nº 6, 2013. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24\\_n4\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf). Acesso em 28 abr. 2019.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>. Acesso em: 16 jun. 2019.

## ANEXO A - PRÉ-TESTE

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Professor (a):** \_\_\_\_\_

**Curso:** \_\_\_\_\_

**Estudante:** \_\_\_\_\_

**Questão 1.** No ensino de genética, a primeira lei de Mendel preconiza que dois alelos (por exemplo: **A** e **a**) podem formar 3 tipos de genes: AA (homozigoto dominante), Aa (heterozigoto) e aa (homozigoto recessivo). Dessa forma, se utilizarmos o exemplo acima para o albinismo (ausência de pigmentação na pele), os indivíduos **AA** e **Aa** apresentam fenótipo normal e os indivíduos **aa** são afetados (fenótipo albino).

A herança dos sistemas sanguíneos também é mendeliana. Abaixo, estão algumas perguntas sobre a genética dos sistemas sanguíneos.

a) Quais são os tipos de sistemas sanguíneos que você conhece?

b) Quais são os tipos sanguíneos que você conhece?

c) Quantos e quais são os alelos que compõem os seguintes grupos sanguíneos:

-ABO:    -Rh:    -MN:

d) Quais são os fenótipos (tipos de sangue) que compõem os seguintes grupos sanguíneos:

-ABO:    -Rh:    -MN:

**Questão 2.** Pode haver casos em que os filhos possuem tipo sanguíneo diferente dos pais? Justifique

**Questão 3.** Em sua opinião, qual é o tipo sanguíneo mais comum no Brasil? E o mais raro?

**Questão 4.** Em sua opinião, o que impede de uma pessoa doar ou receber sangue para outras pessoas?

**Questão 5.** Qual é o tipo de sangue doador universal? E o receptor universal? Justifique sua resposta.

**Questão 6.** Um casal que tem sangue Rh positivo pode ter filhos com sangue Rh negativo? Justifique sua resposta.

**Questão 7.** Um casal que tem sangue Rh negativo pode ter filhos com sangue Rh positivo? Justifique sua resposta.

**Questão 8.** Há alguma relação no sentido dos filhos “adquirirem” mais o tipo de sangue do pai do que o da mãe, ou vice-versa? Explique.

**Questão 9.** Um homem com sangue AB casa-se com uma mulher que possui sangue 0. Qual(is) o(s) tipo(s) de sangue que jamais um filho desse casal poderia ter? Justifique sua resposta.

**Questão 10.** Um casal que tem sangue tipo A pode ter filhos com tipo sanguíneo O? Justifique a alternativa assinalada:

( ) Sempre

( ) Nunca

( ) Depende

**Questão 11.** Você sabe o que são aglutinogênios (ou antígenos) e aglutininas (ou anticorpos)? Em caso positivo, cite quais são os aglutinogênios e aglutininas que você conhece e qual a relação deles com os tipos de sangue.

## ANEXO B - ROTEIRO EXPERIMENTAL

### TIPAGEM SANGUÍNEA / SISTEMA ABO/Rh

Escola: \_\_\_\_\_  
Professor (a): \_\_\_\_\_  
Curso: \_\_\_\_\_  
Estudante: \_\_\_\_\_

#### **PROCEDIMENTOS**

- 1) Limpe uma lâmina com álcool 70% e deixe-a secar.
- 2) Escreva sobre a lâmina as indicações para os anticorpos anti-A, anti-B e anti-D (para Rh). Escreva próximo à borda e com espaçamento entre cada anotação.
- 3) Pressione um dos dedos da mão, da base para a ponta, de modo que o fluxo sanguíneo se concentre na extremidade.
- 4) Desinfete a ponta do dedo com álcool 70% e perfure-a com uma lanceta estéril.
- 5) Pingue uma gota do soro desejado no local indicado da lâmina e, logo após, uma gota de sangue sobre o soro.
- 6) Misture bem com palito de madeira (**ATENÇÃO:** Uma ponta de palito para cada tipo de soro e pessoa).
- 7) Observe, por até 2 min, se houve aglutinação e conclua o seu tipo sanguíneo para os sistemas ABO e Rh.

#### **RESULTADOS**

- Se ocorreu aglutinação apenas na primeira gota, o sangue é do tipo A;
- Se ocorreu aglutinação apenas na segunda gota, o sangue é do tipo B;
- Se ocorreu aglutinação na primeira e na segunda gota, o sangue é do tipo AB;
- Se não ocorreu aglutinação, o sangue é do tipo O.
- Se ocorreu aglutinação na terceira gota, o sangue é Rh positivo.

#### **VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

**01.** Quais foram os objetivos desta aula prática?

---

**02.** Para cada sistema sanguíneo (ABO e Rh), informe os possíveis genótipos e fenótipos do grupo.

---

---

---

---

**03.** Explique, utilizando os princípios genéticos e imunológicos, porque o sangue O- é considerado **doador universal** e o sangue AB+ é considerado **receptor universal**.

---

---

---

---

**04.** A partir do resultado obtido para o seu tipo sanguíneo e de seus colegas (sistemas ABO). Elabore uma tabela de possíveis receptores e doadores de cada tipo sanguíneo.

TIPO SANGUINEO	DOA	RECEBE

**05.** Explique como é possível identificar, por meio do procedimento realizado, a qual grupo sanguíneo você pertence.

---

---

---

---

## ANEXO C: GLOSSÁRIO DOS TERMOS TÉCNICOS EM GENÉTICA

<b>Aglutinina</b>	É uma proteína específica do plasma sanguíneo, com a função de anticorpo, e, portanto, combate o aglutinogênio estranho do organismo.
<b>Aglutinogênio</b>	É uma proteína presente na membrana das hemácias, possuem dois tipos, A e B. Também denominado de antígeno, assim, sua presença ou ausência determina o tipo sanguíneo equivalente ao Sistema ABO.
<b>Alelo</b>	São formas alternativas de um mesmo gene que, conseqüentemente, ocupam o mesmo <i>lócus</i> em cromossomos homólogos e são os que atuam em uma mesma característica. São exemplos de alelos para os sistemas sanguíneos: I <sup>A</sup> , I <sup>B</sup> , i.
<b>Biotecnologia</b>	Trata-se de um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos. A palavra tem origem grega: “bio” significa vida, “tecno” remete a técnica e “logos” quer dizer “conhecimento”.
<b>Codominância</b>	Herança genética que ocorre quando ambos os alelos de um gene se expressam integralmente no heterozigoto, de tal forma que o fenótipo desse heterozigoto é distinto, ou até mesmo bem diferente, dos fenótipos observados no homozigoto. Um exemplo, é o genótipo I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> , nessa condição não há relação de dominância e nem recessividade entre os alelos do gene responsável pelo tipo sanguíneo AB.
<b>Cromossomo</b>	São estruturas compostas de DNA que, por sua vez, carregam os genes de um ser vivo, responsáveis por definir as características físicas particulares de cada indivíduo.
<b>Doador Universal</b>	São indivíduos que possuem o tipo sanguíneo O-, e por essa razão, podem doar sangue para qualquer pessoa, porque não possuem os aglutinogênios A e B e também o fator Rh.

<b>Doença Hemolítica do Recém-Nascido</b>	Ver Eritroblastose Fetal.
<b>Dominância</b>	São genes que se manifestam tanto em homozigose, quanto em heterozigose. Estes tipos de genes, sempre são simbolizados pela letra maiúscula do alfabeto, como por exemplo: I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> .
<b>Eritroblastose Fetal</b>	É uma doença que resulta da incompatibilidade sanguínea entre a mãe e o feto. Ocorre em casos em que a mãe Rh- casa-se com um homem Rh+ e tem um filho Rh+. Assim, os anticorpos produzidos pela mãe na gestação anterior poderão atingir o sangue do feto e provocar a destruição das suas hemácias.
<b>Fenótipo</b>	É empregado para designar as características apresentadas por um indivíduo, sejam elas, físicas, fisiológicas ou comportamentais. O fenótipo resulta da atividade dos genes em conjunto com o meio ambiente.
<b>Gene</b>	É um segmento de DNA responsável pela determinação de um caráter hereditário (Unidade de transmissão hereditária).
<b>Genótipo</b>	Refere-se a constituição gênica do indivíduo, ou seja, aos genes que ele possui. É representado por letras (I <sup>A</sup> i, RR, rr) que representam os alelos de um determinado gene.
<b>Hemácias</b>	São células sanguíneas, também conhecidas por glóbulos vermelhos ou eritrócitos. Apresentam a função de oxigenação dos tecidos, sendo também responsáveis pela cor vermelha do sangue.
<b>Hemaglutinação</b>	É um exame de laboratório que utiliza hemácias e anticorpos para verificar a presença de um antígeno no sangue. É um método também utilizado para determinação dos grupos sanguíneos.
<b>Herança genética</b>	É o processo pelo qual um organismo ou célula adquire ou torna-se predisposto a adquirir características semelhantes à do organismo

ou célula que o gerou, através de informações codificadas que são transmitidas à descendência. Também conhecida por herança biológica.

**Herança Sanguínea** É o processo em que os descendentes adquirem dos genitores os genes responsáveis pelas características fenotípicas dos tipos sanguíneos.

**Hereditariedade** São os genes dos pais herdados pelos filhos por meio dos gametas, a partir dos quais desenvolvem suas características.

**Heredograma** São diagramas que demonstram, por símbolos, o mecanismo de transmissão das características e parentesco dentro de uma família.

**Incompatibilidade Sanguínea** Acontece quando uma pessoa possuidora de determinada aglutinina (anticorpo) recebe sangue com o aglutinogênio correspondente (antígeno). Consiste, portanto, no resultado de uma transfusão sanguínea incompatível em que as hemácias transferidas vão se aglutinando assim que penetram na circulação, formando aglomerados compactos, que podem obstruir os capilares prejudicando a circulação do sangue.

**Material Genético (DNA)** É a molécula responsável por armazenar a informação necessária para a codificação e produção das proteínas essenciais ao funcionamento celular e metabólico do organismo. Sua atribuição consiste na transmissão das características hereditárias de uma geração para outra.

**Plasma Sanguíneo** Corresponde à parte líquida do sangue, onde estão mergulhados os elementos celulares: hemácias, leucócitos e plaquetas.

**Quadro de Punnett** Trata-se de um diagrama que permite determinar as frequências esperadas de um genótipo para um dado cruzamento.



<b>Receptor Universal</b>	São indivíduos com tipo sanguíneo AB+ e que podem receber qualquer tipo de sangue, porque não possuem aglutininas no plasma e também o anti-Rh.
<b>Recessividade</b>	Os genes recessivos são simbolizados pela letra minúscula do alfabeto e só se manifestam quando estão em homozigose, como, por exemplo: ii.
<b>Rh Nulo</b>	Conhecido como sangue dourado, um tipo raro de sangue em que os glóbulos vermelhos não possuem nenhum tipo de antígeno Rh.
<b>Síntese Proteica</b>	É o processo que ocorre no interior das células biológicas e que geram novas proteínas.
<b>Sistema Sanguíneo ABO</b>	Composto pelos quatro tipos de sangue, A, B, AB e O, estes são caracterizados pela presença ou ausência de substâncias presentes nas hemácias denominadas aglutinogênio e pela presença ou ausência de outras substâncias, as aglutininas, presentes no plasma.
<b>Sistema Sanguíneo MN</b>	Composto pelos tipos sanguíneos M, N e MN, a determinação depende, portanto, da presença do antígeno M e N nas hemácias, sendo que não há relação de dominância e nem recessividade entre eles.
<b>Sistema Sanguíneo Rh</b>	Composto pelos tipos sanguíneos Rh+ e Rh-, determinados pela presença ou ausência do fator Rh e os alelos (R e r) responsáveis apresentam dominância completa.