



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências



ANGELITA LEAL DE CASTRO FONSECA

Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia

Campo Grande - MS

2018



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências



ANGELITA LEAL DE CASTRO FONSECA

Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências, sob orientação do Prof. Dr^a. Ester Tartarotti.

Campo Grande - MS

2018

Nome: Angelita Leal de Castro Fonseca

Título: Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em: _____.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dra. Ester Tartarotti
Presidente da banca/Orientadora - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Vera de Mattos Machado
Membro Interno da banca - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Renata Matuo
Membro Externo da banca - UNIGRAN CAPITAL

Prof. Dra. Angela Maria Zanom
Suplente - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AGRADECIMENTOS

À Deus, o grande doador da vida, que por meio de suas mãos me segurou até aqui e permitiu que tudo na minha vida fosse desenvolvido.

À minha família, em especial ao meu marido Cristian e meu filho Lorenzo que vivenciaram meus esforços para o término deste trabalho, a eles todo meu amor incondicional. A minha mãe Lucia Iara Leal de Castro que muitas vezes dedicou seu tempo em vir me auxiliar nos momentos de maior angústia. Aos meus irmãos Mayra, Rosselito e Cristian que mesmo longe sei que ficam muitos felizes com minhas conquistas. Ao meu pai Paulo Vilmar Vianna de Castro (in memoria) saudades eternas.

À minha orientadora Dra. Ester Tartarotti que nestes dois anos foi muito mais que uma professora, com sua delicadeza de ser conquistou meu coração por ser um ser humano especial, que nos momentos de maior desespero soube me dar o aconselhamento e acalento em saber que estava no caminho certo, a ela minha eterna gratidão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência, que proporcionou por meio dos seus exemplares docentes um novo caminho acerca do conhecimento da área do ensino, meu agradecimento especial também a técnica administrativa Alessandra Maciel que me socorreu em inúmeras situações na secretaria do mestrado.

À Escola Estadual José Ribamar Batista em Rio Brando/AC por meio da diretora Sirlene Luz e a minha colega Jaciene Soares que nos anos de 2013 e 2014 serviram de inspiração para me qualificar e fazer a diferença como professora de Biologia, aos meus colegas de profissão que conheci nesta escola minha gratidão.

À Faculdade Unigran Capital na pessoa da Sra. Mariana Zauith agradeço todos os meus colegas da instituição que de uma forma ou outra oportunizaram meu caminho até esse momento. Agradeço imensamente a oportunidade de colocar em prática meu fazer pedagógico nesta instituição, que tem como princípios a qualidade e excelência em educação.

Aos amigos que fiz em Campo Grande, em especial as minhas colegas Ana Paula Dameão e Evelyn Bernardino de Mello que juntas sonhamos e lutamos para nos tornar Mestres em Ensino de Ciências e a todos os amigos que aqui fiz.

Aos professores de Biologia e estudantes que participaram desta pesquisa minha gratidão.

A todos os professores e professoras que já passaram por minha vida escolar e acadêmicas, em muitos de vocês me espelhei para seguir o caminho da educação e ensino de Biologia.

*Nossa vida se assemelha a um trem em movimento.
No momento em que nascemos, recebemos bilhetes apenas de ida.
Ao longo da vida, percorremos cada vagão, alguns nos surpreendem,
outros desiludem.
Em cada palavra, novos embarques e desembarques.
Alguns viajantes permanecem no trem, outros estão apenas à passeio.
Existem aqueles que ao desembarcarem deixam saudades, outros
tantos desocupam o assento.
E assim vamos seguindo nossa grande viagem, admirando paisagens,
realizando sonhos, adquirindo conhecimento, evoluindo através dos
caminhos percorridos, e que, ao término desta longa jornada,
possamos olhar para trás com a certeza de que, oferecemos o que
havia de melhor em nós.
(Scheila. F. Scisloski)*

RESUMO

Estações da Genética do Sistema ABO: uma proposta para o ensino de Biologia.

O ensino de Biologia no ensino básico é fundamental na transformação dos saberes escolares dos educandos, que por meio dos conhecimentos das ciências biológicas aprofundam as teorias que norteiam a essência da vida dos seres vivos. O estudo da genética do Sistema Sanguíneo ABO apresenta conhecimentos voltados tanto para a cientificidade quanto para questões sociais, como transfusões, doações de sangue, tipagem sanguínea entre outros. Tal temática foi objeto de estudo desta pesquisa com professores e estudantes de uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, partindo da necessidade do envolvimento dos professores e estudantes na construção da pesquisa sobre conhecimentos da genética básica e dos grupos sanguíneos ABO e com o objetivo de investigar a influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO por meio de uma sequência didática no ensino e aprendizagem da genética de educandos do ensino médio. O desenvolvimento do modelo didático possibilitou estabelecer as relações de saberes, Saber a ser Ensinado e Saber Ensinado conforme a teoria da transposição didática. A pesquisa foi desenvolvida embasada no referencial teórico da Transposição Didática (TD) e a da Teoria Antropológica do Didático (TAD) de Yves Chevallard (1999). As investigações foram analisadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (2001) aplicada em instrumentos de pesquisas prévios e posteriores, o instrumento posterior foi denominado roteiro de bordo. Os resultados mostraram relevância na apropriação dos conhecimentos relacionados à genética do Sistema ABO pelos estudantes analisada na vivência com modelo didático “Estações da Genética do Sistema ABO” em que os educandos desenvolveram técnicas para realização das tarefas apresentadas e assim construíram conhecimentos importantes referentes à temática. O modelo didático e sua sequência didática prioritariamente vivencial, produto educacional desta pesquisa, tem potencial de esperar que os conhecimentos da herança genética dos grupos sanguíneos possam ser compreendidos por meio da construção de conhecimentos, convivência social e cultural nos espaços formais de educação, no caso a escola.

Palavras-Chave: Genética. Grupos sanguíneos. Transposição Didática.

Abstract

Genetic Stations from ABO System: a proposal for the teaching of Biology.

Biology teaching in basic education is fundamental in school transformation knowledge from learners, who through the knowledge of biological sciences deepen theories that guides life essence of living beings. Genetics study from ABO Blood System presents knowledge oriented both scientificity and social issues, such as transfusions, blood donations, blood typing, among others. This theme was the object of study about this research with teachers and students of a public school in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, starting from the necessity of the involvement from teachers and students in the construction of the research on knowledge of basic genetics and ABO blood groups and with the purpose of investigating experience influence from a didactic model about ABO Blood System through a didactic sequence in teaching and genetic learning to high school students. Didactic model made it possible to establish the relations of knowledge, Knowing to be Taught and to Know Taught according to the theory of didactic transposition. The research was developed based on the theoretical framework of Didactic Transposition (TD) and the Anthropological Theory of Didactics (TAD) Yves Chevallard's (1999). The investigations were analyzed through content analysis of Bardin (2001) applied in previous and later research instruments, the later instrument was called on-board script. The results showed relevance in the appropriation of knowledge related to ABO System genetics by the students analyzed in the experiment with didactic model "Genetics Stations from ABO System" which students developed techniques to performing tasks showed and then built important knowledge allusive to the subject. The didactic model and its didactic sequence, which is the primary educational product of this research, has the potential to hope that genetic inheritance knowledge from the blood groups can be understood through knowledge construction, social and cultural way to live on the formal educational spaces, in this case, the school.

Keywords: Genetics. Blood groups. Didactic Transposition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A famosa fotografia de Watson e Crick.....	23
Figura 2: Imagem retratando uma transfusão sanguínea de um cão para um homem.....	24
Figura 3: O pesquisador Karl Landsteiner (1868-1943).....	25
Figura 4- Esquema de representação do processo de transposição didática.....	30
Figura 5- Esquema de representação da Transposição Didática Interna.	33
Figura 6: Logo marca das Estações da Genética do Sistema ABO	53

LISTAS DAS ESTAÇÕES DA GENÉTICA DOS SISTEMA ABO

Estação 1- O SANGUE	54
Estação 2- OS GENES ABO	55
Estação 3 a- GENÓTIPO E FENÓTIPO	56
Estação 3 b- FENÓTIPO E GENÓTIPO	57
Estação 4- ALELOS MÚLTIPLOS, DOMINÂNCIA E CODOMINÂNCIA.....	58
Estação 5- O QUADRO DE PUNNETT.....	59
Estação 6- AGLUTINOGÊNIOS E AGLUTININAS.....	60
Estação 7- FATOR Rh.....	61
Estação 8- QUADRO RESUMO.....	62
Estação 9- COMPATIBILIDADE SANGUÍNEA.....	63
Estação 10- DOAÇÃO DE SANGUE.....	64

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Quadro Matricial 1: Quadro matricial investigação professores de Biologia.	118
Quadro Matricial 2: Quadro matricial investigação com os educandos	120
Quadro 1: Tipos de Alelos do Sistema ABO.....	27
Quadro 2: quadro explicativa resultados e discussão das investigações com os educandos anterior e posterior a vivência com o modelo didático.....	65
Quadro 3: Compatibilidade sanguínea	77
Tabela 4: Resolução da atividade tema 13.	93
Gráfico 1.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ICIRA- Instituto Chileno para a Reforma Agrária

LDB- Lei de Diretrizes e Bases

MCP- Movimento de Cultura Popular

OB- Organização Biológica

OD- Organização Didática

OP- Organização Praxeológica

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

SNJ- Secretaria Nacional de Juventude

TAD- Teoria Antropológica do Didático

TDE- Transposição Didática Externa

TDI- Transposição Didática Interna

UFMS- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Sumário

APRESENTAÇÃO	14
1 INTRODUÇÃO	16
OBJETIVO GERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A TRAJETÓRIA DOS CONHECIMENTOS DE GENÉTICA COM ENFOQUE ESPECIAL AO SISTEMA ABO.....	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA	28
3.2 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: EXTERNA E INTERNA	31
3.4 TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO (TAD)	34
3.5 MODELOS DIDÁTICOS E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA	36
4 PERCURSO DA PESQUISA	38
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS A PESQUISA.....	42
5.1 ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS	42
5.2 INVESTIGAÇÃO COM OS PROFESSORES DE BIOLOGIA.....	43
5.3 O MODELO DIDÁTICO “ESTAÇÕES DA GENÉTICA DO SISTEMA ABO”	49
5.4 ANÁLISE DAS INVESTIGAÇÕES COM OS EDUCANDOS ANTERIOR E POSTERIOR A VIVÊNCIA COM O MODELO DIDÁTICO.....	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS	99

APÊNDICE	106
Instrumento de pesquisa prévio - alunos.....	107
Instrumento de pesquisa - professores	109
ROTEIRO DE BORDO	110
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO I	114
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO II	115
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO III	116
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO IV	117

APRESENTAÇÃO

Minha trajetória como professora, inicia-se no estado do Acre no ano de 2012 quando tive a oportunidade de morar no Norte do país e vivenciar novas culturas e aprendizados enriquecedores, fui convocada pela Secretaria de Educação do Estado para atuar como professora de Ciências nos oitavos e novo anos de uma escola público do Município de Rio Branca/AC e para complementação da carga horário em outra escola de ensino médio com turmas do primeiro ao terceiro ano do ensino médio. No estado permaneci por três anos e neste tempo vivenciei as dificuldades que os alunos enfrentavam em relação aos conhecimentos mais abstratos de ciências e Biologia em sala de aula. Nas turmas onde ministrava a disciplina de Biologia no ensino médio, especialmente as do terceiro ano, tinham muitas dificuldades em relação aos conhecimentos relacionados a genética. Em uma das aulas ao abordar a relação dos grupos sanguíneos com as heranças genéticas percebi que os estudantes apresentavam muita dificuldade de relacionar os tipos sanguíneos com as heranças genéticas dos indivíduos ou até mesmo relacionavam o sangue como único fator de transmissão hereditária, lembro-me de uma aluna questionar que como na família dela “eles tinham sangue forte para os olhos castanhos”, ninguém da família nasceu com os olhos claros, como outros falavam também que o sangue das famílias “puxavam” algumas características hereditárias e muitos entendiam que eram passadas pelos sangue dos pais.

Diante destes questionamentos começamos a trabalhar as questões da hereditariedade e de que forma os grupos sanguíneos se apresentam nas relações genéticas, especialmente por meio dos cruzamentos sanguíneos, com atividades que envolviam cruzamentos pelo método do quadro de Punnett ¹, e nestas atividades as dificuldades dos alunos ficaram cada vez mais evidentes. Os educandos não conseguiam apreender como ocorriam as ligações genéticas dos grupos sanguíneos e muito menos que estas estavam diretamente ligadas as heranças cromossômicas dos pais. Com esta inquietação ao chegar em casa comecei a preparar uma aula para retomar estas dificuldades dos alunos, pois não consegui continuar meu cronograma de aula sabendo de tais dificuldades pelos alunos.

Então depois de muitas pesquisas na rede (internet) procurando um material didático que pudesse reproduzir com os meus alunos, não obtive sucesso, surgindo assim a ideia de confeccionar um material que tentasse representar com mais clareza o conteúdo trabalhado em sala de aula, e, naquele momento, surgia um material didático de cruzamentos sanguíneos

¹ Nome dado em homenagem ao geneticista Reginald Crundall Punnett (1875-1967), que elaborou uma tabela com duas colunas, que correspondem aos gametas de um dos sexos e duas linhas correspondente ao sexo oposto (MORENO, 2013).

para as turmas de terceiro ano da escola que trabalhava. Foi utilizado uma folha de cartolina branca, canetinhas coloridas e folhas sulfites. A elaboração na época não tinha intuito de ser alvo de uma pesquisa, mas auxiliar os alunos e diminuir minha inquietação como educadora. Com a cartolina reproduzi um quadro de Punnett e com as folhas sulfite confeccionei cartas com os fenótipos² e genótipos³ dos grupos sanguíneos dos seres humanos, o objetivo era que os alunos retirassem as cartas aleatoriamente e com as indicações de genótipos e fenótipos realizassem o cruzamento e verificassem qual a porcentagem e probabilidade do grupo sanguíneo do novo indivíduo. A experiência em sala de aula foi muito satisfatória, com o auxílio do material didático, os alunos interagiram e muitos conseguiram realizar a ligação com o conteúdo que foi trabalhado nas aulas anteriores referente a genética. Surgiu, assim, a preocupação com o meu fazer pedagógico e a motivação em desenvolver um material didático que fosse pautado em teorias e sustentado pela pesquisa, para entender as dificuldades encontradas pelos professores e alunos no que se refere ao estudo da genética do sistema ABO.

No ano de 2015, mudei-me para o estado do Mato Grosso do Sul e instalei-me no Município de Campo Grande, onde, a partir de então, busquei uma Universidade em que pudesse desenvolver o trabalho que havia começado no Acre. O programa de pós-graduação em Ensino de Ciências da UFMS- Universidade de Mato Grosso do Sul acolheu-me como aluna especial no mesmo ano e tive a oportunidade de me inserir no mundo das pesquisas educacionais e percebi que eram necessárias cada vez mais pesquisas e estudos para que toda a problemática do ensino de Biologia fosse voltada à formação e à qualificação dos professores. No ano de 2016, ingressei como aluna do programa sob a orientação da prof. Dra. Ester Tartarotti e baseada nos trabalhos realizados inicialmente pela minha experiência em sala de aula, iniciamos a construção da pesquisa.

² Características bioquímicas, morfológicas e fisiológicas observadas em um indivíduo resultado da interação do ambiente com o gene (GRIFFITHS, 2016).

³ Refere-se à constituição genética de uma pessoa, ou seja, os alelos presentes em um loco (GRIFFITHS, 2016).

1 INTRODUÇÃO

O Ensino Médio é uma etapa de conclusão da vida educacional básica, e é primordial que haja compreensões construtivas dos conhecimentos, com fundamentações teóricas consistentes e preparatórias. A compreensão da genética pelos jovens estudantes do Ensino Médio vem sendo muito investigada, levando ao desenvolvimento de pesquisas que envolvem contextos variados, novas tecnologias e associações com a convivência em sociedade (CARMO; MELO, 2009).

Segundo Krasilchik (2008), a formação biológica auxilia na compreensão, no aprofundamento e nas explicações dos processos e conceitos biológicos, contribuindo para destacar a importância da ciência na vida das pessoas. Dessa forma, contribui para que o cidadão seja capaz de tomar decisões de interesse individual e coletivo na formação da ética e do respeito com a biosfera. O papel do educador de Biologia na sociedade contemporânea merece atenção especial, pois é ele que aborda as discussões entre os educandos no que se refere à “alfabetização biológica”.

Nesse contexto a genética está presente no dia a dia e vem ganhando espaço nas mídias com as descobertas e as pesquisas relacionadas ao DNA, com exames, clonagem, transgênicos e pesquisas de células tronco, entre outros (SILVEIRA, 2008); o ensino de Biologia além de ser pautado nos eventos e descobertas científicas também é diretamente relacionado a educação bem como prevenções de doenças, isso inclui conhecimentos do sistema sanguíneo ABO e suas relações com a saúde.

Nas escolas Brasileiras, de modo geral, a genética é abordada no ensino médio na disciplina de Biologia, em que as suas teorias são apresentadas aos educandos. No Mato Grosso do Sul, a Secretaria de Estadual de Educação preconiza que as teorias, os conceitos e as investigações sobre o tema devem ser trabalhados no terceiro ano do ensino médio, objetivando proporcionar aos educandos habilidades e competências em genética, reconhecendo os grandes avanços científicos da humanidade no que se refere ao desenvolvimento da engenharia genética e áreas afins. Ressalta-se, assim, que o ensino de Biologia vai além da produção de dados, dominância de classificações e identificações de símbolos, pois abrange a necessidade da compreensão do nosso papel na natureza e a consciência na nossa maneira de viver (SED, 2012).

A linguagem da genética causa para os educandos dificuldades recorrentes de aprendizado no que se refere aos conceitos associados aos termos como alelo⁴, gene ou homólogo⁵, bem como as expressões matemáticas e símbolos utilizados nesse contexto, sendo, muitas vezes, alvo de confusões nos livros didáticos (CID; NETO, 2005).

Conforme os Referenciais Curriculares do Ensino Médio do Estado do Mato Grosso do Sul (2012), no primeiro bimestre do ano letivo do terceiro ano, os educadores devem propor atividades de desenvolvimento sobre os conteúdos de introdução a genética, como origens e conceitos da genética, formas e expressões dos genes, genótipo e fenótipo, Primeira Lei de Mendel e os estudos da hereditariedade, Monoibridismo e alelos múltiplos. Já no segundo bimestre, devem ser trabalhados conhecimentos sobre a Segunda Lei de Mendel e interação gênica, heranças dos grupos sanguíneos, mutações e biotecnologia.

Um dos grandes desafios dos educadores em Biologia é tornar esse conteúdo acessível aos educandos e proporcionar a aprendizagem de conceitos científicos de uma forma a estabelecer o sentido do saber. Procurar novas alternativas metodológicas que sejam inovadoras permite ao docente estabelecer potencialidades de criação e propostas que podem auxiliar não somente o fazer pedagógico no ensino de Biologia, mas também promover a participação dos educandos.

Diante dos desafios do ensino de Biologia nossa pesquisa objetivou investigar influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO no ensino e aprendizagem de genética dos educandos do ensino médio de uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, no tocante aos conhecimentos gerias associados a genética do sistema ABO, como relação de locus gênico, alelos múltiplos, fenótipos e genótipos em cruzamentos sanguíneos, suas relações de dominância e codominância, fator Rh, conhecimento dos tipos sanguíneos e suas influências no cotidiano das comunidades como no caso da doação de sangue.

A vivência do modelo didático sobre o Sistema Sanguíneo ABO em uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, teve o intuito de proporcionar aos educandos capacidade crítica, entendimento e curiosidade. Segundo Paulo Freire (1996), nenhum educador pode negar-se a esse dever, pois aprender criticamente é possível. Esta pesquisa originou um produto educacional na forma de uma sequência didática que orienta os professores de Biologia no uso do modelo didático intitulado “Estações da genética do

⁴ Duas versões de cada gene, uma recebida da mãe e o outro recebido do pai (GRIFFITHS, 2016).

⁵ Que é semelhante ou igual ao outro, termo utilizado na genética como genes homólogos (GRIFFITHS, 2016).

Sistema ABO”, este material que foi desenvolvido levando-se em consideração a transformação da linguagem científica, promovendo a transposição didática do saber sábio em saber ensinado (Chevallard, 1991). Partindo dos momentos de estudo de Yves Chevallard e da Teoria Antropológica do Didático (TAD), promovendo articulação entre os problemas genéticos, a contextualização social e os conceitos científicos associados.

Objetivo geral

Investigar a influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO por meio de uma sequência didática no ensino e aprendizagem da genética de educandos do ensino médio de uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Objetivos específicos

Verificar as concepções dos professores de biologia quanto aos desafios do ensino da genética do sistema ABO;

Desenvolver uma sequência didática para aplicação do Modelo Didático Estações da Genética do Sistema ABO;

Verificar o efeito que a vivência com o modelo didático referente ao sistema ABO proporciona no ensino e aprendizagem dos educandos em relação aos seguintes conceitos genéticos:

- Conhecimento Geral de genética associada ao sistema ABO e a sua influência no cotidiano das comunidades;
- Alelos múltiplos e a sua relação com os locos gênicos;
- Genótipo e fenótipo relacionados aos grupos sanguíneos nos cruzamentos;
- Relações de dominância no sistema ABO;
- Identificação dos tipos sanguíneos e a problemática da transfusão de sangue.

2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A TRAJETÓRIA DOS CONHECIMENTOS DE GENÉTICA COM ENFOQUE ESPECIAL AO SISTEMA ABO

A formação biológica contribui para a compreensão, o aprofundamento e as explicações dos processos e dos conceitos biológicos na importância da ciência e na vida moderna dos seres vivos, propiciando ao cidadão que seja capaz de tomar decisões de interesse individual e coletivo, na formação da ética e do respeito a biosfera. O papel do professor de Biologia na sociedade contemporânea merece atenção especial, pois é ele quem aborda as discussões entre os educandos no que se refere à “alfabetização biológica”, que é dividida em quatro níveis. Nominal: quando o estudante reconhece os termos, mas não sabe o significado biológico; Funcional: quando os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam o seu significado; Estrutural: quando os estudantes são capazes de explicar adequadamente, com suas próprias palavras e baseando-se em experiências pessoais, os conceitos biológicos; Multidimensional: quando os estudantes aplicam o conhecimento e as habilidades adquiridas, relacionando-os com conhecimentos de outras áreas, para resolver problemas reais (KRASILCHIK, 2008).

O ensino de Biologia no Brasil passou por muitas transformações nas últimas décadas, com propostas de melhorias de ensino que passaram pelo marco das experimentações e o método científico na década de 1970, na década seguinte, em 1980, o ensino caracterizou-se pela investigação científica e habilidades cognitivas e sociais, já em 1990, a preocupação passou a ser a formação do cidadão crítico e participativo, com a implantação nos currículos do ensino de ciências da discussão sobre o desenvolvimento científico e as suas implicações na sociedade. Em 1996, com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, a educação brasileira foi dividida em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, a partir de então ocorreu o surgimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que contemplaram um volume para as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o qual norteou todo processo de ensino nas escolas brasileiras, com a pretensão de desenvolver competências e habilidades, tais como, representação, comunicação, investigação, compreensão e contextualização sociocultural (SANTOS et al, 2014).

Diante das pesquisas cada vez mais elaboradas e as descobertas da medicina ocorreram modificações curriculares que abordavam a prevenção, tratamentos e cura de doenças bem como a compreensão dos conceitos biológicos básicos. As descobertas genéticas possibilitaram introduzir os conhecimentos científicos na vida dos alunos. Conhecer o

histórico da genética sob os aspectos dos principais cientistas e as suas descobertas é muito importante para a construção do conhecimento científico e o entendimento da genética.

Ao longo da evolução do conhecimento foram várias analogias e teorias criadas para explicar a origem das espécies, há relatos que, no século XVI a.c, Anaximandro (c.610-546 a.c) sustentava que as criaturas vivas eram formadas da água e que os humanos descendiam dos peixes. Em 1749 ocorria a maior aproximação da teoria da evolução, em que o naturalista francês Georges Louis Leclerc (1707-1788), conhecido como Conde de Buffon, publicou *Histoire Naturelle*, em que afirmava que cada espécie tem um “molde interno”, imutável que organizava as partículas de cada organismo na forma típica de sua espécie, sendo que, em 1776, ele afirmou que todas as espécies viviam deste modelo interno de um ancestral comum, sendo modificados pelas condições climáticas. Anos mais tarde, em 1809, surgia o trabalho *Philosophie Zoologique*, de Jean Baptiste Pierre Antonie de Montet conhecido como Lamarck (1744-1829) propondo que algumas espécies apresentavam necessidades diferentes usando determinados órgãos mais que os outros em ambientes diferentes (FUTUYMA, 2009).

Em 1838, os biólogos alemães Theodor Schwann (1810-1882) e Mathias Jakob Scheleidem (1804-1881) apresentam as primeiras ideias de que os seres vivos eram formados por células, desenvolvendo assim a teoria celular. Em 1835, Rudolf Virchow (1821-1902) generalizou a noção de que as células se originavam de células preexistentes, estabelecendo a divisão celular como fenômeno central na reprodução (TORTORA et al, 2012).

Meados de 1858 o Biólogo naturalista Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) formularam a teoria da evolução das espécies, ideias que revolucionaram o pensamento científico, introduzindo a visão histórica na Biologia e estabelecendo que todos os seres vivos são descendentes de ancestrais em comum, porém as suas pesquisas não explicavam como ocorria a hereditariedade das gerações. Esse fato somente ocorreu com os trabalhos de Gregor Mendel (1822- 1884) em 1865; Mendel era um monge na República Tcheca e realizou estudos com ervilhas, observando as heranças e características diferentes das ervilhas nascidas no jardim do monastério. Seu método era baseado na hibridização de plantas que apresentavam características distintas, levando a observação da existência de fatores hereditários responsáveis pelas características das plantas, que hoje é conhecido como gene. Descobriu também que os “genes” existiam em formas diferentes, reconhecido hoje como alelos (MOTTA et al, 2008).

Mendel ficou conhecido como o “pai da genética” e as suas Leis são utilizadas até hoje para explicar relações de hereditariedade em todos os níveis de ensino, porém ele não teve reconhecimento em seu tempo de vida. Em 1869, Friedrich Miesher (1844-1895),

pesquisador contemporâneo da elite intelectual da Suíça, isolou a primeira preparação de DNA, por meio da investigação da composição dos linfócitos, descobriu a composição química da nucleína, formada por oxigênio, nitrogênio e fósforo. Contudo, apesar de ter trabalhado por muitos anos no projeto da nucleína não estabeleceu relação com os fenômenos celulares (BELTRAMINI, et al, 2004).

Os estudos do alemão Walter Flemming (1843-1905) descrevem com pioneirismo a *cariocinese*, ficando conhecido como fundador da ciência da citogenética, estudo do material celular hereditário. Foi o primeiro a descrever o processo de divisão celular, denominando a nomenclatura *cromossomo*. Em 1882, publicou o famoso livro *Zell-substanz, Kern und Zelltheilung*, onde descreveu o termo mitose (MARTINS, 2011). Na mesma época em 1888, o alemão Theodor Boveri (1862-1915) realizou experimentos na citologia e percebeu que os números das células germinativas se reduziam a metade em um determinado estágio de maturação, sendo o primeiro indício do processo de meiose. Com as descobertas de Flemming e Boveri, foi postulado que os gametas são células haploides⁶, possuindo metade do número dos cromossomos em relação as células do organismo e que após a união dos gametas resulta a célula-ovo que contém novamente o número completo de cromossomos de cada espécie (BELTRAMINI, et al, 2004).

A redescoberta dos trabalhos de Mendel em 1900 pelos geneticistas botânicos Hugo De Vries (1848-1935), Carl E. Correns (1864-1933) e Erich Von Tschermak (1871-1962), que se interessavam por problemas similares, promoveu uma revolução na Biologia e as ervilhas de Mendel finalmente ganharam o mundo científico (MALFERRARI, 2005).

No ano de 1901, o imunologista austríaco Karl Landsteiner (1868-1943) e colaboradores desvendaram as características do sangue, nomeando os grupos sanguíneos ABO e mais à frente em 1910 era possível a realização de estudos de populações por meio de genes do sangue (ROSA, 2012).

Em 1905 a Bióloga norte-americana Nettie Stevens (1861-1912) estudando besouros, observou um par de cromossomos no macho e deu o nome de cromossomo X e os cromossomos nunca encontrados na fêmea chamou de cromossomo Y. Em 1909, Thomas Morgan (1866-1945) propôs os modelos de ligação gênica, por meio dos estudos com a mosca-das-frutas *Drosophila melanogaster*, e, em 1928, Frederick Griffith (1879-1941) estabeleceu os princípios do DNA transformante por experimentos com bactérias e camundongos (SILVEIRA, 2008). Em 1944, um grupo de cientistas, baseando-se nos

⁶ Possuem apenas um cromossomo de cada tipo em seu núcleo (GRIFFITHS, 2016).

experimentos de Griffith, separaram a molécula de DNA, RNA, carboidratos e lipídios e verificaram que apenas amostras de DNA são capazes de transformar bactérias, e não as proteínas (BELTRAMINI, et al, 2004).

Ainda em 1944, Oswald Avery (1877-1955), Colin. M. MacLeod (1909-1972) e Maclyn McCarty (1911-2005) com o isolamento da bactéria pneumococo provaram que o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) era o responsável pela transferência de material genético entre as células, chamando de princípio transformador (GRIFFITHS, 2016). Na sequência, em 1950, no Instituto Pasteur, em Paris, o bioquímico Erwin Chargaff (1905-2002), pelas técnicas de espectroscopia ultravioleta e cromatografia, descobriu que o DNA variava de uma espécie para outra, por meio da análise das bases nitrogenadas nas moléculas de ácido nucléico constatou que as quantidades de adenina, timina, guanina e citosina eram iguais. O trabalho de Chargaff foi muito importante para as pesquisas sobre a descoberta da estrutura do DNA (ROSA, 2012).

Os anos 1950 foram marcados por muitas descobertas no campo da genética. Em 1952, Alfred Hershey (1908-1997) e Martha Chase (1927-2003) descobriram que somente o DNA do vírus bacteriófago penetra na bactéria no processo de infecção, demonstrando assim que o DNA é o material hereditário viral (GRIFFITHS, 2016).

Na corrida para desvendar a molécula de DNA estavam os grupos de pesquisa Cavendish na Inglaterra, onde trabalharam James Dewey Watson e Francis Harry Crick e King's College em que trabalhavam os pesquisadores Maurice Wilkins (1916-2004) e Rosalind Franklin (1920-1958) e nos Estados Unidos o grupo Caltech, no qual trabalhava Linus Pauling (1901-1994), todos com interesse pela compreensão da estrutura do material genético (ANDRADE; CALDEIRA, 2009).

Nos três laboratórios – Cavendish, King's College e Caltech - os pesquisadores trabalhavam no estudo da molécula de DNA objetivando o conhecimento da atuação dessa molécula e também buscavam o reconhecimento na comunidade científica. Com o esboço de um artigo do químico Linus Pauling enviado a seu filho Peter Pauling, o qual trabalhava com Watson e Crick (figura 1), a competição acirrou-se e, após muitas pesquisas dos três laboratórios, no dia 25 de Abril de 1953 era publicado o artigo “ *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*”, sendo considerada uma das contribuições mais importantes para a ciência até hoje (SHEID, et al, 2005).



Figura 1: A famosa fotografia de Watson e Crick.
Fonte: MRC Laboratory of Molecular Biology.

É importante destacar a contribuição de Rosalind Franklin (1920-1958) na descoberta da estrutura do DNA, sendo a única mulher envolvida na pesquisa, ela morreu precocemente em 1958 com 37 anos de câncer de ovário devido a exposição a elementos radioativos oriundos de suas pesquisas com DNA.

Em se tratando do sangue e seus hemoderivados, Batisteli et al (2007) relataram que entre os anos de 1631 a 1691 ocorreram as primeiras transfusões sanguíneas que foram realizadas entre cães, da artéria cervical de um cão diretamente para a veia jugular de outro (figura 2), esse experimento foi realizado pelo médico britânico Richard Lower (1631-1691). O médico observou que não ocorrera nenhuma alteração no comportamento dos animais, realizando transfusões entre animais da mesma espécie, o mesmo não ocorria com espécies diferentes, pois os animais morriam após as transfusões. O médico Jean Baptiste Denis (1643-1704) realizou uma transfusão sanguínea entre um homem e um carneiro em 1667, com a alegação que o sangue do animal não estava contaminado pelas paixões e vícios dos seres humanos. Na primeira transfusão não ocorreram alterações com o indivíduo que recebeu o sangue do animal, na segunda vez, o indivíduo que recebeu o sangue do carneiro, alguns dias depois, veio a falecer por reação hemolítica. Foi o médico James Blundell (1791-1878) entre os anos de 1818 e 1829 que realizou as primeiras transfusões de sangue entre seres humanos em um caso de caso de hemorragia pós-parto e obteve sucesso.



Figura 2: Imagem retratando uma transfusão sanguínea de um cão para um homem.

Fonte: (SCHULTES, Johannes. *Armamentarium chirurgicum*. Amsterdam, Johannes von Someren, 1671 aput Batisteli et al, 2007).

Somente em 1901, o médico e biólogo Karl Landsteiner (1868-1943) (figura 3) e seus colaboradores, com sua pesquisa sobre o uso potencial dos anticorpos para caracterizar a estrutura das proteínas, descobriram o sistema de grupos sanguíneos ABO. Ele misturou alguns soros de indivíduos com as hemácias de outros para realizar um teste para verificar as diferenças do sangue humano, quando percebeu que ocorria a aglutinação em alguns casos e em outros não. Iniciou pesquisas sobre as reações imunológicas que ocorriam entre os diferentes tipos sanguíneos utilizando a combinação antígeno-anticorpo (BATISTELI et al, 2007). Em 1930 Landsteiner recebeu o Prêmio Nobel em Fisiologia e Medicina por seus trabalhos sobre os grupos sanguíneos e desde sua descoberta a medicina revolucionou a forma de realizar as transfusões sanguíneas entre os seres humanos, esta capacidade de transfundir sangue humano e hemoderivados, salvou inúmeras vidas e ainda continua salvando. A transfusão sanguínea é considerada um transplante vivo pois carrega consigo fontes celulares humanas. Atualmente novas tecnologias são utilizadas para a segurança transfusional e desde a fundação do primeiro banco de sangue nos Estados Unidos na década de 40 novos diagnósticos moleculares vêm sendo investigados para redução dos riscos da transfusão (TRISTAM et al, 2015).



Figura 3: O pesquisador Karl Landsteiner (1868-1943).

Fonte: Karl Landsteiner Society. Disponível em: <<http://www.karl-landsteiner.at/background.html>>.

O sangue é considerado um tecido conjuntivo líquido formado por glicoproteínas e água, ele é produzido pela medula óssea vermelha. É conduzido fluidamente pelas artérias, capilares e veias da espécie humana, sua função é conduzir nutrientes, oxigênio entre outras substâncias e realizar a regulação corpórea. A sua parte líquida é formada pelo plasma sanguíneo, sendo a maior parte da sua composição e o restante são os chamados elementos figurados, hemácias ou glóbulos vermelhos, leucócitos os glóbulos brancos e as plaquetas (JORDE, et al, 2004).

A herança dos grupos sanguíneos nos seres humanos é determinada por um gene com três versões de alelos: I^A , I^B e i , trata-se de um caso de herança com alelos múltiplos em que formas alternativas ou variações de alelos condicionam determinada característica. O alelo I^A e o I^B têm relação de codominância, sendo dominantes em relação ao alelo i (HOFFBRAND, 2013).

A ausência ou a presença de algumas glicoproteínas nas hemácias dos seres humanos classifica os grupos sanguíneos em A, B, AB, O. Os indivíduos que têm dois alelos $I^A I^A$ ou $I^A i$, pertencentes ao grupo sanguíneo A, no mesmo caso os indivíduos $I^B I^B$ ou $I^B i$ pertencem ao grupo B. Já os indivíduos com alelos $I^A I^B$, pertencem ao grupo AB, e os alelos ii são correspondentes ao grupo O. Um indivíduo pode ser homozigoto para qualquer um dos alelos ou ser heterozigoto para qualquer combinação, dois a dois. No caso dos grupos sanguíneos podem ocorrer seis combinações genóticas: $I^A I^A$, $I^A i$, $I^A I^B$, $I^B I^B$, $I^B i$ e ii . Se a pessoa possuir o antígeno A (grupo sanguíneo A) o seu organismo não irá estranhar esta substância que tem semelhança com as existentes em seu organismo, porém reagirá a presença das substâncias que forem semelhantes ao antígeno B, ocorrendo assim a produção de anticorpos anti-B. No

caso se o indivíduo for do grupo sanguíneo B esta forma ocorrerá de modo inverso, mas se o grupo sanguíneo do indivíduo for O, ocorrerá a reação aos dois anticorpos anti-A e anti-B. Se o indivíduo pertencer ao grupo AB não ocorrerá a produção de anticorpos. Uma vez passados pelo processo natural de sensibilização no organismo os anticorpos específicos de cada grupo permaneceram para o resto da vida (OTTO et al, 1998).

Para determinação do fenótipo ABO, pode ser feita a detecção sorológica utilizando reagentes imuno-hematológicos que identificam marcadores presentes nos glóbulos vermelhos. Na genética do sistema ABO, os genes codificam-se por sequências específicas no DNA, os alelos (formas alternativas de genes) dos genes ABO originam os quatro grupos sanguíneos, A, B, AB e O (BATISSOCO, et al, 2003).

No sangue as aglutininas são as substâncias aglutinadoras do plasma e os aglutinogênios são as substâncias aglutinógenas da membrana das hemácias. As aglutininas são os anticorpos que são capazes de reagir com certos polissacarídeos da membrana plasmática das hemácias, os aglutinogênios. Os grupos sanguíneos possuem dois tipos de aglutinogênios (A e B) e dois tipos de aglutininas (anti-A e anti-B) como verificamos no quadro 1 (TRISTAM, et al, 2015).

É muito importante a identificação do tipo sanguíneo dos seres humanos, pois em casos de transfusão de sanguínea será necessário a confirmação do tipo sanguíneo por meio do teste de tipagem. Um antígeno de um grupo sanguíneo poderá desenvolver anticorpos contra o antígeno de outro tipo sanguíneo, podendo causar uma reação no momento da transfusão, sendo de primordial importância o conhecimento dos grupos sanguíneos e os seus antígenos. Em relação a compatibilidade de doação de sangue nos seres humanos a presença ou ausência dos anticorpos definem a possibilidade de recepção sanguínea de acordo com cada tipo sanguíneo. Assim, no caso do indivíduo ser do grupo O pode doar a qualquer pessoa, pois este não possui antígenos em suas hemácias, já o contrário não pode ocorrer, pois ao receber sangue do tipo A, B ou AB suas hemácias irão aglutinar imediatamente, podendo levar a morte imediata do indivíduo por hemólise ou insuficiência circulatória. Por este motivo as pessoas que possuem grupo sanguíneo O só podem receber sangue do seu próprio grupo. No caso das pessoas com grupo AB como não tem anticorpos anti-A ou anti-B, podem receber sangue de qualquer tipo, mas só poderão doar para pessoas que tenham suas hemácias (AB); os indivíduos do grupo A podem receber sangue dos tipos O e A, e doar para pessoas dos grupos sanguíneos AB e A, já os indivíduos do grupo sanguíneo B recebem sangue de pessoas com grupo B e O e doam para pessoas do grupos sanguíneo AB e B (OTTO et al, 1998).

É importante que se tenha o cuidado em uma transfusão sanguínea da certificação do tipo do sangue do receptor e do doador, pois uma transfusão de sangue que ocorra em uma pessoa que tenha aglutinogênios diferentes do seu grupo sanguíneo poderá produzir anticorpos e ocasionar a aglutinação do sangue levando a embolias e até a morte. Além dos grupos sanguíneos outro fator muito importante nas transfusões é o sistema Rh, este sistema é determinado por um par de alelos de um gene que condiciona a presença (Rh^+) ou a ausência (Rh^-) do antígeno Rh nas hemácias. Os indivíduos com Rh positivo (Rh^+) produzem uma proteína nas hemácias chamada antígeno Rh, os indivíduos Rh negativo Rh^- não produzem essa proteína; os seres humanos só podem receber sangue do fator Rh correspondente ao seu (PIERCE, 2004).

QUADRO 1: Tipos de Alelos do Sistema ABO.

FENÓTIPO	GENÓTIPO	ANTÍGENO Aglutinogênio	ANTICORPOS Aglutinina
O	I^i	O	Anti-A e Anti-B
A	$I^A I^A$ ou $I^A i$	A	Anti-A
B	$I^B I^B$ ou $I^B i$	B	Anti-B
AB	$I^A I^B$	AB	Nenhum

Fonte: adaptado de HOFFBRAND, 2013.

Como podemos verificar os conhecimentos da genética dos grupos sanguíneos é um tema muito relevante quando se trata de contextualização dos conhecimentos com a vida em sociedade, pois tais ensinamento podem além de alfabetizar cientificamente os estudantes, tornar os conhecimentos aplicáveis em relação as funções do sangue para composição da vida e saúde dos indivíduos. A curiosidade que envolve os alunos sobre o tema e o senso de comunidade em relação as questões de doação de sangue são assuntos muito pertinentes para as comunidades estudantis. Evidenciando assim as possibilidades de aprendizado e a transformação dos saberes por meio das mediações dos educadores de Biologia.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

O termo transposição didática surgiu, historicamente, em 1975, na França com trabalho do sociólogo Michel Verret, mas apenas no ano de 1980 foi aprofundado por Yves Chevallard em seus estudos da didática da matemática, que defendia que todo conteúdo de ensino escolar é originário de um saber anterior, o qual era produzido pela comunidade científica, com intencionalidade e linguagem a serviço dos pares (NETO, et al, 2008).

Atualmente, a Teoria da Transposição Didática vem ganhando forças em diversas disciplinas, transpondo as fronteiras da matemática, como explica Valente.

É então possível depreender que, através da didática das disciplinas o modelo da transposição didática expandiu-se para além da matemática escolar, sendo utilizada nas mais diversas disciplinas – as relações entre os saberes científicos e escolares ficam caracterizados sempre por uma transposição de conteúdos, que têm origem no saber científico, destinados a serem incorporados como saberes escolares (VALENTE, 2005, p. 20).

Segundo Neves e Barros (2011), o estudo da Transposição Didática é uma ferramenta para tornar explicável os saberes desde a sua elaboração científica até sua chegada em sala de aula, tornando, assim, o processo da prática docente mais próximo do ambiente habitual, permitindo que o professor se coloque em uma posição privilegiada, fazendo parte desse processo de transformação. Chevallard estudou conceitos de distância e analisou as transformações que ocorriam por meio da produção desses conceitos no “saber sábio⁷”, centralizando os seus trabalhos no desenvolvimento de um modelo teórico para o sistema de ensino, discutindo a construção do saber no campo epistemológico e não exclusivamente no campo social, psicológico e instrumental. Nesse contexto, o pesquisador não nega de forma alguma a historicidade e o conteúdo social do saber, mas evidencia os aspectos do conhecimento no seu processo de ensino e aprendizagem (MARANDINO, 2011).

Matos Filho et al (2008) assinalam que Yves Chevallard explica que o saber não chega a sala de aula como foi desenvolvido cientificamente, passando por um processo de transformação para que possa ser ensinado, pois os objetivos a que se pretendem os conhecimentos são distintos tanto na comunidade científica como para a comunidade escolar. A ciência tem um papel fundamental na história e contexto social, respondendo questões e indagações que precisam ser comunicadas as comunidades científicas e à sociedade. No processo de comunicação dos saberes, existem aqueles que devem ser ensinados e fazer parte

⁷ saber de referência, o chamado saber acadêmico (CHEVALLARD, 1991).

da sala de aula e serem socializados nos diferentes níveis de escolarização, momento em que acontece a Transposição Didática.

A Teoria da Transposição Didática sugere que existe um processo de organização, definição e seleção de conhecimentos até a chegada à sala de aula, passando por um processo de transformação do saber científico para um conhecimento ensinável nos espaços escolares. A Transposição Didática, para Chevallard, age como uma ferramenta eficiente para a análise do processo do saber de referência, o chamado saber acadêmico, “saber sábio”, o qual é transformado no “saber a ser ensinado”, que está presente nos diferentes materiais e estratégias de ensino (MARANDINO, et al, 2016).

Chevallard (1991) postula três diferentes manifestações do saber: saber sábio, saber a ser ensinado e saber ensinado.

1. *Savoir Savant*, originalmente, em francês, traduzido como saber sábio, é o saber que é produzido nas academias, tendo como objetivo de resolver problemas, situações específicas. De inferências fechadas, restritas e altamente especializadas, com linguagem simbólica específica, com compromisso ético e social. O saber científico (sábio) é encontrado em produções acadêmicas, artigos, monografias, teses e dissertações.

2. Saber a ser ensinado (saber a ensinar), de intenção didática, é formulado para apresentar aos estudantes o saber, nos momentos de ensino e aprendizagem, volta-se para a compreensão do aluno. Em sua maioria, apresentado nas formas de livros ou textos de saber, meio de orientação dos conceitos científicos.

3. Saber ensinado é o saber comunicado dentro do sistema didático, ou seja, momento em que o professor prepara as suas aulas, criando novos textos do saber para reorganizar os saberes diante de seus anseios e necessidades, é a relação mais apurada entre o professor e o saber.

Essas modificações dos saberes e a forma como eles são resignificados é o que caracteriza a transposição didática. Nesse contexto, o papel do professor é imprescindível, pois transforma o saber a ser ensinado em saber ensinado mediante recontextualização do saber.

Um conteúdo de saber que foi designado como saber a ser ensinado sofre uma série de transformações e adaptações que o tornarão capaz de tomar seu lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que faz a passagem de um objeto de saber a ensinar e por fim um objeto de ensino é conhecido como transposição didática (CHEVALLARD, 1991, p. 39).

O esquema abaixo representa a estruturação dos saberes na transposição didática:

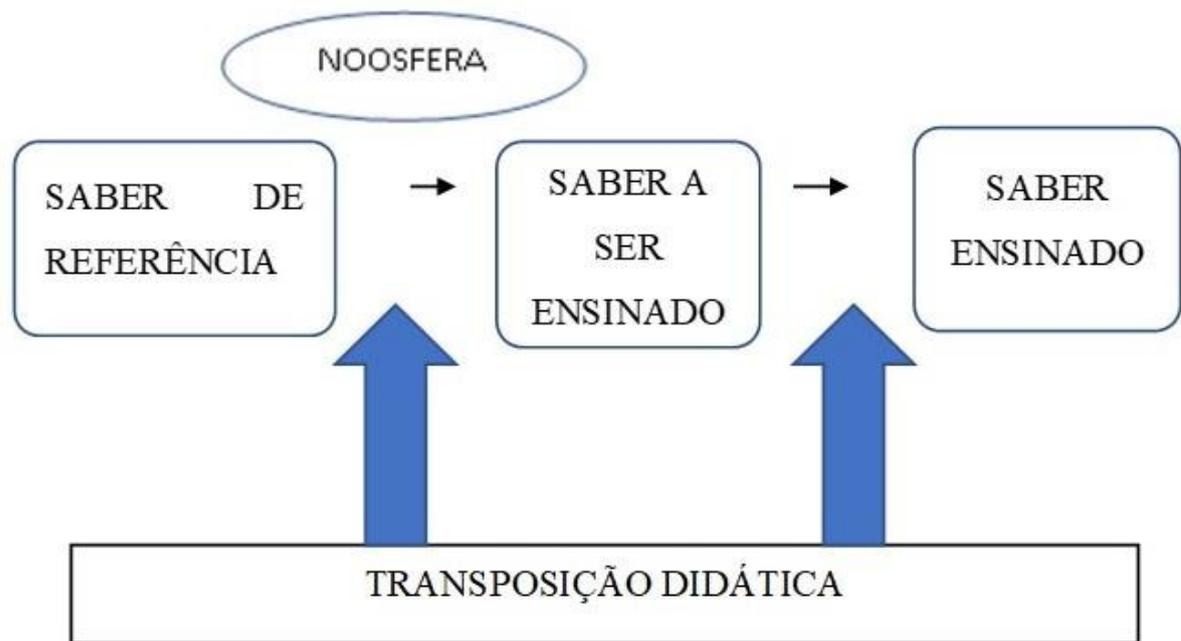


Figura 4- Esquema de representação do processo de transposição didática

Fonte: adaptado de MARANDINO, et al, 2016.

Segundo Batista Filho et al (2012), a cientificidade dos conhecimentos é um elemento primordial para que as pessoas acompanhem o desenvolvimento social, que é produzido pela educação formal, para que isso ocorra é necessário que a escola prepare-se para romper com as práticas docentes baseadas nas transmissões de conteúdo e articule a dinâmica da reflexão e contextualização à realidade dos alunos no dia a dia. Os conteúdos mais acessíveis aos alunos passam por transformações e adaptações com a finalidade de tornar o saber científico em saber a ser ensinado.

A Teoria da Transposição Didática, seria, com base em Chevallard, um dos instrumentos de ruptura que a didática deve utilizar para estabelecer seu próprio campo, sendo a razão pela qual o “conhecimento” passa a ser um problema central, um objeto de estudo e análise (MARANDINO, 2011, p. 74).

Para Chevallard (1991), a Transposição Didática é cercada por uma Instituição “invisível” e uma “esfera pensante” que deu o nome de Noosfera, que é formada por professores, pesquisadores, técnicos, especialistas, enfim, aqueles ligados a Universidades, Redes de Ensino, Ministérios de Educação que, em conjunto, decidem quais os saberes devem ser ensinados e de que forma devem chegar aos bancos escolares. Especificamente no Brasil, os resultados do trabalho da Noosfera estão nos Referenciais Curriculares nacionais, estaduais

e municipais e em documentos que estabelecem as diretrizes curriculares e orientações para as especificidades das disciplinas (MATOS FILHO, et al, 2008).

A noosfera compreende o entorno didático, bem como os problemas que resultam do confronto da sociedade com o saber, ocorrendo a negociação e o amadurecimento dos conflitos do campo educacional. Ela tem como ponto de partida dos seus trabalhos a elaboração de novos textos do saber para enfrentar a problemática de aprendizagem, sendo papel dos agentes da noosfera considerar os elementos que integrarão as condições didáticas (MARANDINO, et al, 2014).

Cardozo (2003) salienta que o papel da transposição didática no aspecto social, ocorre no seio de cada comunidade e realiza a transformação do saber sábio em saber ensinável.

A transposição didática ocorre, então, através dessa noosfera, e, resulta daí não só a escolha dos conteúdos a ensinar, como também a determinação de objetivos, métodos e valores que conduzirão o processo de ensino (CARDOZO, 2003, p. 22 apud NEVES e BARROS, 2011).

Chevallard et al (2001), na obra “Estudar Matemáticas - O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem”, abordam a questão da reconstrução da matemática na escola, partindo do pressuposto que as características específicas das obras dos livros originais de matemática devam ser reconstruídas para que possam ser ensinadas nas escolas, os autores tratam de uma “recriação”, ou seja, um conjunto de transformações adaptáveis que a obra original sofre para ser ensinada. Na Biologia, observamos as mesmas características que os autores abordaram na obra citada, uma vez que as obras de referência sofrem diversas ressignificações para que cheguem às escolas com a forma e a linguagem adequados aos educandos.

3.2 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: EXTERNA E INTERNA

A necessidade de transformação do conhecimento científico, aquele produzido pela academia, em saber a ensinar é chamado por Chevallard (1991) de *Transposição Didática Externa* (TDE), de maneira que torne o conteúdo mais acessível aos estudantes nos livros didáticos. Essas transformações são o centro operacional do processo de transposição, são diretamente influenciadas pela noosfera na transposição do saber sábio em saber a ensinar.

Machado e Weckerlin (2013) consideram que o ensino de ciências é repleto de palavras complicadas e nomes científicos difíceis de serem estudados e memorizados, fato que ocorre também nos conteúdos de Biologia no ensino médio. Assim sendo, são importantes abordagens metodológicas que despertem o interesse do aluno, com a necessidade de

utilização de estratégias de ensino que permitam a compreensão, a contextualização e o convívio sociocultural. Permitindo transformar o saber acadêmico (*savoir savant*) em um saber de maior aproximação e mais acessível ao aprendiz, o conteúdo, ou seja, o saber, segundo Chevallard, é definido como saber a ser ensinado e, a partir de transformações adaptativas, torna-se objeto de ensino.

As reconstruções didáticas são importantes e necessárias aos conhecimentos biológicos, nos quais temos saberes pautados na trajetória histórica da ciência, entretanto, a comunicação e as expressões técnicas que são utilizadas no saber de referência podem ser reelaboradas para atender as necessidades de compreensão dos alunos do ensino básico, por meio de materiais elaborados pedagogicamente.

Chevallard (1991) afirma que os conteúdos de conhecimento são criações didáticas levadas pelas necessidades de ensino, cada projeto de ensino e aprendizagem constitui a designação de conteúdos como conteúdo de conhecimento, como conteúdo para ensinar.

Para Jardim (2011), Chevallard explica a antropologia didática através de alguns personagens: instituição (escola, família, religião, linguagem, uma aula), sujeitos, objetos. A relação pessoal ou institucional com os objetos é que define o conhecimento, já o objeto didático nasce da intenção do sujeito com o objeto, ou seja, da relação entre ambos. Assim, o objeto existe para o sujeito a partir do momento que ele tem “conhecimento” do objeto. O objeto didático está presente tanto no cognitivo como antropológico e em todas as partes da matéria antropológica.

Matos et al (2008) ponderam que na trajetória percorrida pelo saber, passando pelo momento de produção (Saber de referência) até chegar ao (Saber a ser Ensinado) nas escolas e finalizando no (Saber Ensinado) dentro de sala de aula, ocorrem muitas transformações. A última etapa, ou seja, o Saber Ensinado, Chevallard (1991) chamou de *trabalho interno de transposição*, sendo denominado, mais tarde, como *Transposição Didática Interna (TDI)*, momento em que o professor é o responsável pelo movimento de ressignificação dos saberes. O professor reconstruirá o saber para os educandos, no momento em que ocorre uma negociação do professor com os educandos, no sentido que cada um possa assumir o seu papel na gestão do aprendizado, acontece uma troca entre o que deve ser ensinado e aprendido. Nesse momento, o professor personaliza seu modo de ensinar, empregando a sua subjetividade no processo de ensinar, respeitando as orientações da noosfera.

A participação do professor na noosfera é de certa forma restrita, pois somente poderá modificar o que ensina mediante as determinações da própria noosfera (currículos, diretores, diretrizes curriculares entre outros), sendo a sua atuação mais envolta da relação professor-

aluno-saber, é fundamental o domínio na transposição e os critérios que utiliza no processo educativo. Para Chevallard (2005), a transposição didática é, para o professor, uma ferramenta que permite a recapacitação para que ocorra o desprendimento da enganosa familiaridade do seu objeto de estudo, exercendo, assim, uma vigilância epistemológica constante (JARDIM, 2011).

Na sequência, descrevemos esquematicamente a trajetória da Transposição Didática Interna, em que podemos verificar que a ação do professor é o elo principal para que ela ocorra.



Figura 5- Esquema de representação da Transposição Didática Interna.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

No processo de transposição, o professor é parte integrante na transposição didática (BRITO MENEZES, 2006), pois, em sala de aula, ao utilizar o livro didático ou outra ferramenta tecnológica, ele não apenas traduz os conteúdos, mas reescreve, transformando-o em uma novo instrumento do saber, onde a relação professor x aluno x saber ganha potencialidades e afirma-se numa relação de estreitamento entre as partes, norteador a adaptação e a reformulação do saber a ensinar, “[...] se a proposta é de fato preocupar-se com outro tipo de ensino, com sentido e aplicações práticas dentro e fora da escola, o professor

deve considerar um outro aspecto: a necessidade de transpor o ensino sábio ao ensino a ser ensinado” (WAGNER, 2006, p.55).

3.4 TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO (TAD)

O termo praxeologia deriva das palavras gregas, *práxis* e *logos*, que, na relação prática e teórica, significam a prática do saber-fazer e a lógica desse saber nas ações humanas. A *tarefa* é a raiz da praxeologia, sendo que, para Chevallard (1999), uma *tarefa* requer um propósito. Três características envolvem o conceito de *tarefa*, primeiro, a amplitude do conceito, segundo as diferentes formas de tipos de *tarefas* e o seu conteúdo e, terceiro, as *tarefas* são produções, intencionalmente construídas. Todas essas características referem-se a “fazer coisas”, que, para Yves Chevallard, é um elemento da organização praxeológica chamado de *técnica*, ou seja, o “como fazer” determinado tipo de *tarefa*. Para explicar a *técnica* a ser utilizada, surge a *tecnologia*, elemento necessário da organização praxeológica para justificar e explicar a *técnica*, a sua racionalização, ou seja, “por que fazer coisas de determinada maneira”. Partindo desse maior nível de explicação, surge outro elemento, ao qual foi descrito por Chevallard (1999) como *teoria*, que forma um conjunto de conceitos e argumentos para justificar a *tecnologia* (MENDES, 2015).

Segundo Diogo, Osório e Silva (2007), a Teoria Antropológica do Didático (TAD) foi elaborada e desenvolvida por Yves Chevallard, para atender a didática da matemática, mas passou a ser utilizada também em outros campos como física, química e Biologia, entre outras áreas de conhecimento, admitindo-se um modelo, a praxeologia, que se pode descrever as atividades humanas que são regularmente realizadas. Conforme Paulo Freire, em *Pedagogia da Autonomia* (1996), ninguém está no mundo de forma neutra, de estudar descomprometidamente, estudar somente por estudar, mas estar e ver o mundo com decisões e forma não acomodada. Os conhecimentos e práticas educativas são analisados na transposição didática a partir de um modelo de referência que explica, “como” é ensinado, e “o que” se deseja ensinar, o que é efetivamente ensinado e aprendido (MARANDINO, et al, 2016).

Na atividade matemática, como em qualquer outra atividade, existem duas partes, que não podem viver uma sem a outra. De um lado estão as tarefas e as técnicas e, de outro, as tecnologias e teorias. A primeira parte é o que podemos chamar de “prática”, ou em grego, a *práxis*. A segunda é composta por elementos que permitem justificar e entender o que é feito, é o âmbito do discurso fundamentado – implícito ou explícito – sobre a prática, que os gregos chamam de *logos*. (CHEVALLARD; BOSCH; GASCÓN (2001, p. 251).

Segundo Marandino (2011), as praxeologias didáticas devem ser compreendidas levando em consideração o contexto em que estão inseridas, respeitando a hierarquia dos seus níveis institucionais que permitem tanto possibilidades como restrições na sua construção. Os conteúdos trabalhados em sala de aula são definidos a partir dos níveis de determinação didáticos, obedecendo-se os temas aos quais pertencem, os seus domínios e as suas pedagogias.

A TAD estabelece um modelo epistemológico estrutural do saber, relacionando-se ao processo de produção e elaboração da organização didática (OD), que utiliza a resolução de tarefa/atividade. Implicando as relações entre ensino e aprendizagem pelas mudanças de concepções, inferindo ideias de fazer, aprender sobre algo (saber) ou de aprender a fazer algo (saber- fazer). O estudo é a base para a compreensão da produção humana e de sua eficácia, mediante isso é necessário a busca por elementos para a sua organização, ocorrendo, segundo a TAD, a partir de momentos específicos de estudo, vivenciados pelos alunos por meio da tarefa/atividade (MACHADO, 2015).

A praxeologia está estruturada por um processo de estudo, uma organização que se estrutura em um processo homogêneo por diferentes momentos. Chamados por Chevallard, Bosch e Gascón (2001) de momentos de estudo, os momentos fazem parte de uma dimensão das atividades de estudo, não limitado há um período cronológico, mas distribuídos de formas dispersas no decorrer do processo de estudo. Os autores elaboraram, com base no processo de estudo vivido pelo professor, uma relação com cada momento no processo didático de realizações de atividades/tarefas em sala de aula. Tais momentos foram descritos da seguinte maneira:

O *momento do primeiro encontro* são os objetos que constituem um problema, momento em que os educandos se deparam pela primeira vez com um problema novo. O *momento exploratório* relaciona o problema com a construção da técnica que será utilizada para a sua resolução. O *momento do trabalho da técnica* ocorre o domínio da técnica utilizada para resolver o problema, podendo surgir novas técnicas para resolver o problema inicial. O *momento tecnológico-teórico*, momento em que ocorre a justificativa para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema, justifica a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia. O *momento de institucionalização*, momento de amplitude em que não somente a técnica, mas toda a organização praxeológica usa-se em uma amplitude de elementos que dá referência para a resolução do problema como um todo. E, por fim, o *momento de avaliação*, em que o domínio do problema ou atividade/tarefa é avaliado, chamado pelos autores de “momento relativamente solene” (CHEVALLARD, et al, 2001).

Tais momentos, segundo Chevallard (1999), podem ocorrer de forma alternada, sem necessidade de uma ordem e até mesmo simultaneamente. Os momentos estão baseados em um modelo de Organização Didática (OD), que formam a Organização Praxeológica (OP), um conjunto de técnicas, tecnologias e teorias organizadas sob um tipo de tarefa problema (CHEVALLARD, et al, 2001).

3.5 MODELOS DIDÁTICOS E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA

O ensino de Biologia tem alcançado cada vez mais alternativas para envolver os educandos no processo de aprendizagem, a criação e a elaboração de formas alternativas que possibilitem o ensino de forma pedagógica e ao mesmo tempo inovadora são ferramentas que estão sendo empregadas cada vez mais pelos educadores. O desenvolvimento de um modelo didático que possa contemplar as informações dos saberes, aliado às necessidades vividas em sala de aula, constitui um processo da transposição didática interna.

Segundo Setúval e Bejarano (2009), o professor tem relatado a necessidade de recursos didáticos, modelos didáticos e materiais didáticos que facilitem o processo de ensino e aprendizagem, podendo auxiliar os educandos na compreensão de conteúdos que se apresentam complexos e abstratos cientificamente. Conforme os autores, existem vários modelos que podem ser utilizados para a elaboração de conceitos e auxiliar no ensino, entre eles, está o modelo pedagógico, que é uma proposta de promoção de ensino, possibilitando a transformação de conhecimentos científicos (saber sábio) em conhecimentos escolar (saber ensinável), já o modelo didático possibilita a experimentação correlacionando às leis e às teorias com a prática, proporcionando aos estudantes compreensão de conceitos e reflexões acerca do mundo.

É importante destacar que os modelos apresentados ou as diversas formas de promoção do ensino nas escolas devem ser pautados em estudos que identifiquem as necessidades dos educadores e dos educandos, levando sempre em consideração as necessidades de cada escola e ou turma. As pesquisas são essenciais para que possamos estabelecer critérios de elaboração de materiais didáticos, possibilitando, assim, otimizar o aprendizado do objetivo de ensino.

De acordo com Setúval e Bejarano (2009):

[...]vale destacar que o uso de modelos didáticos com intuito de facilitar o ensino e a aprendizagem do conhecimento científico escolar só será efetivado se estiver atrelado ao aporte epistemológico por parte dos professores, o que poderá guiar a

seleção de conteúdos programáticos adequados a determinados contextos sócio-culturais.

Historicamente, a ciência já se valia de modelizações para explicar descobertas, como no caso da molécula de DNA, descoberta, em 1953, por James Watson, Francis Crick, por meio de uma representação tridimensional, explicaram a dupla hélice da molécula de DNA, a qual é aceita pela comunidade científica até hoje. Os modelos didáticos podem representar, de forma esquematizada e mais próximos da realidade, uma estrutura, um conceito ou uma imagem, tornando os conhecimentos abstratos mais assimiláveis (MARQUES; FERRAZ, 2008).

A utilização de modelos no ensino pode ajudar a explicar alguns fenômenos não observáveis no ensino de Biologia, os modelos didáticos destacam-se pelo suporte que podem oferecer ao ensino do conhecimento científico, podendo ser elaborados por professores ou até mesmo já vir elaborados em livros didáticos. A possibilidade de utilização desses recursos didáticos amplia a compreensão e o entendimento no campo das ciências biológicas em objetos de ensino, favorecendo a articulação do conhecimento, promovendo o dinamismo e instigando a curiosidade e a pesquisa pelos educandos (JUNIOR VINHOLI, et al, 2016).

Modelos didáticos podem ser aplicados em sala de aulas por meio de sequências didáticas. As sequências didáticas são propostas didáticas empregadas nas organizações e planejamentos dos educadores, servindo como instrumento metodológico para propor atividades em sala de aula. No ensino de Biologia especialmente o emprego das sequências didáticas vem ganhando mais força com pesquisas e estudos metodológicos para as transformações pedagógicas dos professores. Nossa pesquisa vislumbra o uso da sequência didática para aplicação do modelo didático Estações da genética do Sistema ABO, produto educacional desta dissertação.

Segundo Oliveira, et al, (2013) o surgimento das sequências didáticas ocorre por volta de 1970 e 1980, oriundas de pesquisas com engenharia didática e reconstrução educacional na tentativa de alternativas das aulas tradicionais e com propostas de atividades mais contextualizadas.

Para Zabala (1998) as sequências didáticas são propostas metodológicas que se estabelecem de forma ordenada e articulada com as atividades que se transformam em unidades didáticas, com objetivos educacionais para os professores e para os estudantes.

Conforme o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (2012) as sequências didáticas possibilitam:

“...pensar o trabalho pedagógico de modo articulado, sistemático e contextualizado com vistas ao desenvolvimento das capacidades previstas nos direitos de

aprendizagem. Conteúdos básicos das áreas do conhecimento poderão ser abordados sob essa modalidade organizativa.” (BRASIL, 2012. p.21)

As sequências didáticas são formas organizadas do professor incluir atividades em suas aulas, por meio de estudo e pesquisa de ideias para trabalhar um conteúdo ou um tema específico em sala de aula. Na realização de uma sequência didática o educador tem a possibilidade de analisar como as atividades serão desenvolvidas para os educandos, podendo criar novas formas como leituras, produções textuais, aulas experimentais bem como os modelos didáticos, de forma a transformar os saberes, do saber sábio em saber ensinável.

Zabala (1998) define as unidades didáticas como as sequências de atividades que estão estruturadas para atingir os objetivos educacionais a que se pretendem, sendo que tais unidades didáticas podem manter o caráter unitário ou se unir a toda complexidade da prática docente, incluindo as fases de intervenção reflexiva que são os planejamento, a aplicação e a avaliação da própria unidade didática. As sequências didáticas são caracterizadas pelo objetivo a que se propõem, pelas esquematizações da prática educativa, pelos tipos de atividades e sua maneira de articulação nas propostas didáticas, pelas funções desempenhadas pelas atividades que problematizam o conhecimento e pela funcionalidade das atividades propostas nela.

As sequências didáticas podem tornar as aulas mais dinâmicas motivando os alunos e professores com recursos didáticos organizados com a utilização de livros, jogos, laboratório, filmes, músicas, imagens e modelos didáticos o proposto nesta pesquisa. Proporcionando assim novas abordagens para o ensino de Biologia e estimulando os educadores em fomentar novas pesquisas para o desenvolvimento dos conhecimentos em sala de aula.

4 PERCURSO DA PESQUISA

Este estudo emprega a análise de dados qualitativos que segundo Godoy (1995) é um fenômeno que pode compreender as perspectivas e pontos de vistas das pessoas envolvidas na pesquisa. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual do município de Campo Grande-Mato Grosso do Sul, com educandos do terceiro ano do ensino médio, que já estudaram os conteúdos referentes ao sistema ABO pelo sistema educacional tradicional, com uma quantidade amostral de 24 participantes estudantes e 6 participantes professores da área. A investigação com os estudantes ocorreu por meio de instrumento prévio de pesquisa na forma de questionários, com perguntas semiestruturadas abertas, contemplando a avaliação prévia dos conhecimentos dos educandos e as suas vivências a respeito da temática envolvendo a genética do Sistema ABO. Foram aplicados questionários com as duas turmas

de terceiro ano da escola investigada, os alunos foram identificados pela letra E, assim sendo, educando 01 (E1) e sucessivamente até (E24). Os dados dos questionários dos alunos foram analisados, quanto aos conceitos inerentes a genética do Sistema Sanguíneo ABO. A análise dos dados referentes aos instrumentos de pesquisa e coleta de dados na forma de questionários foi realizada por meio referencial de análise de conteúdo de Bardin (2011), a análise de conteúdo segundo a autora é um conjunto de técnicas de análises das comunicações que visam obter procedimentos sistemáticos das descrições dos conteúdos das mensagens que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção. A análise dos questionários ocorreu com a leitura flutuante para organização e formulação das hipóteses e objetivos dos indicadores que nortearam a interpretação e as inferências. Ocorrendo a exaustividade, representatividade, homogeneidade, persistência e a exclusividade que são preceito de Bardin (2011).

Além dos educandos participaram da pesquisa os seis professores, sendo dois de Biologia da escola campo e quatro professores de Biologia que ministravam aulas em outra escola da rede estadual de ensino do município de Campo Grande/MS, com intuito investigar as concepções dos professores de Biologia sobre o tema estudado. Para os professores de Biologia foram aplicados instrumento de pesquisa com questões semiestruturas abertas que versaram sobre o seu fazer pedagógico, sugestão para construção do material didático e relatos sobre os desafios enfrentados no ensino da genética do sistema ABO. As análises foram também pautadas na análise de conteúdo de Bardin (2011).

A partir da análise dos instrumentos prévios dos educandos e dos instrumentos de pesquisa dos professores de Biologia foi desenvolvido um modelo didático, que contemplou os conhecimentos da genética dos Sistema ABO de forma a percorrer novos caminhos e estratégias metodológicas inovadoras para a didática dos conhecimentos da genética do sistema ABO. O modelo didático foi desenvolvido todo em EVA e com possibilidades de interação dos estudantes em sua completude, abordou conhecimentos sobre os temas que envolvem o sangue, a genética básica e o sistema sanguíneo ABO. O modelo foi construído na forma de estações representando os principais saberes sobre a temática e a sua importância associada ao contexto social, tais como transfusões sanguíneas, tipagem sanguínea e a doação de sangue. O material ofereceu interações diretas dos educandos com o material instrucional, com mediação do professor, sendo assim, uma proposta do aprender interagindo com os conceitos e conhecimentos do campo da genética aplicados ao Sistema ABO. As etapas de construção e vivências com material didático pautaram-se nos momentos de estudo

(CHEVALLARD, et al, 2001) bem como pela praxeologia, (CHEVALLARD,1999) e Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991).

A elaboração do material didático foi realizada levando-se em consideração o levantamento prévio dos educadores e dos educandos, sendo priorizadas as temáticas que mais necessitaram de abordagem de acordo com a análises dos instrumentos de pesquisa. Consideramos as respostas dos educandos e as sugestões dos professores para o desenvolvimento do modelo didático e este foi elaborado levando-se em consideração a sequência dos conhecimentos da genética e da genética do sistema ABO. O modelo didático recebeu o nome de “Estações da genética do Sistema ABO”.

Após a confecção do material didático foram realizados os planejamentos e a elaboração da oficina para aplicação do modelo didático aos educandos no ambiente escolar em horários extraclasse, opção que melhor atendeu às necessidades da escola. A oficina foi elaborada baseada nos momentos de estudos da TAD, Teoria Antropológica do Didático de Yves Chevallard e considerando o problema de estudo em sua organização praxeológica, incluindo tarefas, técnicas, tecnologias e teorias que foram aplicadas durante o desenvolvimento do trabalho de pesquisa. O modelo didático foi elaborado por meio de uma sequência didática norteado pelos pressupostos de Antoni Zabala (1998) e a sua aplicação com os estudantes partiu de uma educação dialógica, com mediação do professor, o saber por meio do fazer, com interações e discussões entre os estudantes, trabalhando em grupos dispostos em círculos e priorizando uma visão libertadora do ensinar em sala de aula. A oficina proporcionou a interação e discussões entre os educandos associadas à prática do saber sobre o Sistema ABO, a sua influência no cotidiano e sociedade, rompendo a estrutura convencional da educação bancária. Para realização das análises posteriores referentes as respostas dos educandos de acordo com a vivência com o modelo, utilizamos o instrumento de pesquisa posterior denominado “roteiro de bordo” este continha as problemas/tarefas de acordo com os conhecimentos do primeiro instrumento, mas de uma forma que contemplasse as inferências e depoimentos dos alunos acerca de como o modelo didático, desta forma, com auxílio do roteiro de bordo os educandos relatavam seus conhecimentos e escreviam suas impressões na forma de depoimentos a respeito do tema e do modelo didático experienciado. As análises dos instrumentos de pesquisa prévios e do roteiro de bordo foram organizadas e analisadas por meio da construção de quadro matricial pautado nas recomendações de Bardin (2011).

A vivência com o modelo didático “Estações da Genética do Sistema ABO” na escola campo foi realizada em quatro aulas no período vespertino. No primeiro tempo ocorreu a

apresentação do trabalho para os educandos, mostrando como a pesquisa foi delineada respeitando as considerações realizadas por eles nos questionários anteriores e delimitando os temas de acordo com as maiores dificuldades encontradas. O modelo didático foi apresentado para turma e foi explicada a relação das estações como uma viagem com paradas em estações de trem, em que cada estação abordava os conhecimentos da genética dos grupos sanguíneos e a cada estação os estudantes agregavam novas bagagens de conhecimentos. Para contextualizar as “estações” foi utilizada uma imagem de um trem em alusão as estações da genética do sistema ABO, a qual foi colocada no quadro e os educando foram convidados a embarcar em uma viagem de conhecimentos, sendo dez estações com paradas em temas relevantes da genética do sistema ABO, a cada parada em uma estação os educandos carregavam consigo conhecimentos acerca do tema.

Antes do início desta viagem a sala foi organizada de forma circular para que os educandos pudessem passar de uma estação para outra de maneira contínua. No segundo tempo ocorreu as paradas nas estações no trem do conhecimento “Estações da genética do Sistema ABO” em que os educandos embarcavam nas estações como passageiros e interagem uns com os outros, cada passageiro (educando) que entrasse no trem seguia nas estações correspondentes a cada tema, interagindo com o modelo e podendo interagir também com os colegas “passageiros do mesmo trem” que estavam nas estações ao lado, o modelo didático do sistema ABO trazia atividades que exigiam realização de técnicas relacionadas aos conhecimentos e ao longo da “viagem e suas paradas” os educandos resolviam roteiro de bordo e deixavam também suas opiniões pessoais acerca da vivência. No terceiro tempo os educandos puderam realizar novamente embarque nas estações, desta vez de forma livre, para embarcar na estação que escolhesse, podendo interagir com o modelo didático em grupos ou com os colegas. No quarto e último tempo último, os educandos puderam verbalizar suas experiências com a pesquisadora fazendo as observações se haviam gostado de embarcar nesta viagem.

A vivência com o modelo didático com os educandos da escola campo resultou na elaboração do produto educacional “Sequência Didática das Estações da Genética do Sistema ABO”, destinada para professores de Biologia para uso em sala e elaborada e organizada na forma de arte gráfica para impressão, com possibilidades de impressões coloridas, em preto e branco ou escala de cinza, individuais a cada Estação ou agrupada totalizando as dez Estações com intuito de tornar o processo vivencial do produto mais próximo da realidade escolar. Segundo Zabala, (1998) as sequências didáticas permitem o estudo e a avaliação dos

processos e fases de planejamento das diferentes atividades que podem ser realizadas no ensino.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS A PESQUISA

5.1 ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentamos neste tópico a forma organizacional da pesquisa, optamos por deixar o leitor orientado antes de adentrar na leitura dos resultados e discussões de forma a deixar mais claro nosso formato de pesquisa, análises e discussões. Os resultados da pesquisa foram divididos em duas grandes etapas, a primeira versa sobre as investigações com professores de Biologia de duas escolas do município de Campo Grande/MS, por meio dos resultados da investigação sobre o fazer pedagógico dos educadores, os quais foram organizados no quadro matricial 1, Categoria 1, tema 1 a tema 4 e em seguida discutidos por nós.

Antes de adentrarmos nas análises dos resultados da segunda etapa da pesquisa apresentamos o modelo didático desenvolvido “Estações da Genética do Sistema ABO”. O modelo foi vivenciado por meio de uma sequência didática apresentada no produto educacional desta pesquisa.

A segunda etapa versa sobre as investigações prévias a vivência com o modelo didático e as investigações posteriores a vivência com o modelo didático. Para facilitar ao leitor utilizamos apenas um quadro matricial (quadro matricial 2) na análise dos instrumentos prévios e posteriores dos estudantes, a saber: **Categoria 2-** Conhecimentos prévios e posteriores dos educandos referentes ao sangue e a genética do Sistema ABO, **Subcategoria 1-** Informações sobre o sangue, função, composição e reflexões sobre a doação sanguínea, **Tema 1-** O sangue, **Tema 2-** Doação; **Subcategoria 2-** Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea, **Tema 3-** Aglutinogênios, **Tema 4-** Aglutininas, **Tema 5-** Compatibilidade Sanguínea, **Tema 6-** Doador e receptor universal; **Subcategoria 3-** Localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO, **Tema 7-** Localização dos genes do sistema ABO, **Tema 8-** Alelos múltiplos no sistema ABO, **Tema 9-** Dominância e Codominância no sistema ABO; **Subcategoria 4-** Genótipo e Fenótipo no sistema ABO incluindo fator Rh, **Tema 10-** Genótipos no sistema ABO, **Tema 11-** Fenótipo no sistema ABO , **Tema 12-** Fator Rh no sistema ABO; **Subcategoria 5-** Estudo do Quadro de Punnett na genética do Sistema ABO, **Tema 13-** Probabilidade dos Genótipos e fenótipos do Sistema ABO, os quais foram

utilizados para contrapor as respostas dos educandos de acordo com a análise de Bardin (2011). Salientamos que a organização das categorias e subcategorias foram realizadas levando-se em consideração os temas que melhor se ordenavam dentro da categoria e sendo subdividido em subcategorias. Desta forma os temas das subcategorias em alguns momentos não têm relação com a ordem didática das estações, referenciadas no modelo didático, pois estão organizadas conforme os preceitos da análise de conteúdo da pesquisa.

5.2 INVESTIGAÇÃO COM OS PROFESSORES DE BIOLOGIA

Na primeira etapa da pesquisa foram realizadas a coleta dos instrumentos de pesquisa com professores de escolas da rede pública estadual de educação do município de Campo Grande/MS.

Neste momento de análise abordaremos os dados prévios dos educadores, pois acreditamos que a diversidade vivida pelos professores nas escolas contribui com a pesquisa, uma vez que a percepção dos professores também é muito importante para realização do trabalho. Os professores opinaram sobre questões que versaram sobre o tema genética do Sistema Sanguíneo ABO e o seu fazer pedagógico. Os dados foram organizadas em uma categoria (**categoria 1**) da análise de Bardin (2011) denominada “Desafios do ensino da genética do Sistema ABO na concepção de professores de escolas públicas” e quatro temas foram elencados, **tema 01** – Dificuldades na compreensão do tema, **tema 02-** sugestões de tópicos importantes para o material didático interativo, **tema 03-** Materiais didáticos extra classe e laboratório na escola e **tema 04-** Desafios docentes na escola e no ensino apresentados no o Quadro Matricial 1: Investigação Professores de Biologia.

Conforme verificamos no quadro matricial 1, **Categoria 1, tema 01-Dificuldades** na compreensão do tema, foi relatado pelos educadores as principais dificuldades no que se refere a compreensão do conteúdo da genética do sistema ABO pelos alunos, e estas estão diretamente ligadas à compreensão dos conceitos básicos da genética dos tipos sanguíneos, tais como, associação ao genótipo e o fenótipo, a relação de recessividade e dominância, a compreensão dos aglutinogênios e aglutininas, as funções do sangue no corpo humano entre outros. O ensino de genética na educação básica fornece muitas contribuições aos conhecimentos das leis da hereditariedade e estes estudos envolvem também o sistema dos grupos sanguíneos, conforme observamos existem diversos relatos dos professores participantes da pesquisa denotando dificuldades no ensino do tema.

Verificamos nos relatos dos professores P1, P2, P3 e P5 que as dificuldades de compreensão estão ligadas a falta de entendimento das características básicas dos grupos sanguíneos, as quais estão correlacionadas á conteúdos trabalhados em anos anteriores como no caso das células sanguíneas e conhecimentos básicos de genética que são introdutórios para a associação das características ligadas a heranças genética como a dominância e codominância e polialelia que ocorrem com os grupos sanguíneos:

P1: Associar o genótipo ao fenótipo e realizar os cruzamentos corretamente, considerando recessivos e dominantes.

P2: [...] compatibilidade, cruzamentos e funções do sangue no corpo humano [...]

P3: [...]compreender os aglutinogênios e aglutininas e determinar o fator RH, por serem conteúdos abstratos e que exigem uma base muito importante da biologia celular.

P5: [...]entender o porquê das diferenças entre os grupos sanguíneos.

Notamos que as falas dos professores apresentam características pontuais específicas da compreensão das bases da genética, a relação de dominância e codominância por exemplo é um fator básico e fundamental que o educando necessita para dar continuidade ao raciocínio do entorno dos conhecimentos que se seguem a respeito da genética especialmente dos grupos sanguíneos, a relação fenótipo e genótipo nos grupos sanguíneos não são visíveis como nas características do indivíduo em que os fenótipo são observáveis, este fato pode contribuir para dificuldades de compreensão, pois nos grupos sanguíneos o genótipo está relacionado a um tipo sanguíneo.

Silva e Kalhil (2017) no estudo realizado sobre o ensino de genética descrevem que os últimos cinquenta anos com o destaque da genética no campo científico, foram necessárias mudanças conceituais nas bases das disciplinas de Biologia, especialmente da genética, com o objetivo de estabelecer um grau de alfabetização científica que permita a participação da sociedade, autonomia e formação social crítica. O ensino de genética na Biologia se tornou

um desafio principalmente nas escolas de Ensino Médio, mesmo com toda sua relevância, este tema ainda é abordado superficialmente, tal fato ocorre pela dificuldade que os professores encontram por serem conteúdos abstratos e com grau de dificuldade e compreensão elevado para os alunos. É na educação básica que as bases das construções do conhecimento científico devem ser sobretudo de qualidade e voltado a fundamentação teórico-prática bem consistente.

Leal, et al, (2015) comentam sobre as dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica:

Muitas das ideias e dificuldades de aprendizagem sobre o tema estão relacionadas com a forma como o termo “genética” é usado na vida cotidiana, isso faz com que o estudante ao chegar à escola já tenha sua concepção prévia sobre o assunto, ou seja, já tenha iniciado a construção de seu conhecimento, incluindo o científico. Além do vocabulário peculiar da genética, como: epigênese, alelos, genótipo, dominante, heredogramas, entre muitos outros; exigindo para o progresso dos estudos que o educando seja praticamente alfabetizado em genética (LEAL, et al, 2015).

Mesmo que o conteúdo de genética e Biologia tenham muitos termos específicos é função do professor tornar este conteúdo acessível aos educandos transformando os saberes, realizar esta construção em conjunto com os alunos é essencial para o ensino em todas as áreas. Educar os alunos aos termos técnicos científicos é fundamental para que ocorram as ligações com os conhecimentos da ciência, o professor pode por meio da Transposição Didática Interna reconstruir os conhecimentos mantendo a essência da cientificidade, para torna-los adequados ao nível escolar e a realidade dos educandos. O Professor de Biologia deve utilizar as técnicas possíveis o processo de ensino-aprendizagem, seja pelo domínio dos conhecimentos, por práticas pedagógicas inovadoras e pelo diálogo com seus educandos em um processo de troca e renovação.

No que se refere ao **tema 02-** Sugestões de tópicos importantes para material didático de apoio (Categoria 1, quadro matricial 1), buscamos sugestões dos professores para confecção e abordagem dos principais conhecimentos relacionados a genética dos grupos sanguíneos, a maioria dos professores sugere que o modelo didático deva contemplar os conhecimentos básicos dos grupos sanguíneos como compatibilidade e cruzamentos sanguíneos, fator Rh, doenças relacionadas ao sangue e composição sanguínea, conforme as sugestões abaixo:

P1: cruzamento e compatibilidade.

P2: compatibilidade sanguínea, principais doenças relacionadas ao sangue e cruzamentos.

P3: [...] o significado de positivo e negativo e suas consequências.

P4: [...] interação dos tipos sanguíneos (antígeno e anticorpo).

P5: [...] a composição sanguínea[...].

Podemos observar que as sugestões dos professores permitem uma abordagem bem ampla do sistema sanguíneo. Nosso modelo didático abordou os cruzamentos em quadro de Punnett em que os conhecimentos de cruzamentos, compatibilidade sanguínea e compreenderão o fator Rh bem como a composição do sangue e também focamos na importância da doação de sangue e seu papel social. A relação de antígeno e anticorpo citada pelo professor P4 é muito importante, muitos alunos confundem e até mesmo não reconhecem as aglutininas e aglutinogênios e seus papéis no estudo dos grupos sanguíneos.

Segundo Arruda et al (2015), a presença dos antígenos nos grupos sanguíneos ocorre devido a presença de glicoproteínas que estão na membrana plástica das células sanguíneas, a definição de grupos sanguíneos ocorre pelo aglutinogênio existente ou não nas hemácias. Os educandos em sua maioria não conseguem fazer esta associação, o que dificulta a compreensão da genética do sistema sanguíneo ABO, o entendimento dos tipos sanguíneos é importante não somente do ponto de vista de saber escolar, mas também porque o sangue é um fator de vital para os organismos, sendo relevante que os estudantes conheçam seu grupo sanguíneo.

A utilização de meios didáticos que facilitem o ensino dos conteúdos ligados a genética como o sistema sanguíneos ABO é uma forma de proporcionar aos educandos novos olhares sobre o tema, Araujo e Gusmão, (2017) no seu estudo intitulado “As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica Brasileira” descrevem que as pesquisas que utilizam modelos didáticos tais como jogos, imagens e aulas práticas, no processo de ensino de genética, podem servir como estratégias de ensino, contribuindo na compreensão de conteúdos complexos, estimulando a curiosidade e o debate entre os alunos. Diminuindo assim as dificuldades de reconhecimento de estruturas ligadas ao material genético e o entendimento da transmissão de hereditariedade, pois “ainda muitos estudantes não reconhecem a localização do material hereditário na célula” chegando ainda a pensar que é o sangue que define essas transmissões.

Quanto ao **tema 3** - Materiais didático extraclasse laboratório na escola (Categoria 1, quadro matricial 1) foi perguntado aos professores sobre as estruturas de trabalho como uso de materiais didáticos extraclasse e laboratório na escola fora o livro didático de Biologia. No relato dos professores percebemos que além do livro didático existem poucos recursos e materiais extraclasse para se trabalhar os conhecimentos de genética e até da Biologia geral, os professores investigados relataram que há a presença física de Laboratório de Biologia, porém existem ainda dificuldades em relação aos materiais e equipamentos.

P1: além do livro didático não há material didático para trabalhar o tema[...]

P2: [...] não há material de apoio, há laboratório, mas não é equipado.

P4: [...] muito pouco material. Quando necessário utilizamos com recursos próprios.

P5: [...] nossos laboratórios estão funcionando de forma parcial.

Notamos que mesmo com a existência do laboratório de Biologia, estes não suprem as necessidades dos professores, pois os materiais de laboratório para algumas realizações de aulas práticas são necessário insumos, reagentes e equipamentos que muitas vezes não estão disponíveis, como foi relatado pelo professor P4 que em determinados casos é necessário o investimento financeiro do próprio professor, reforçando assim a importância da construção de material didático para o ensino da genética dos grupos sanguíneos, ponderamos sobre a importância de um modelo didático que seja viável do ponto de vista financeiro e de fácil reprodução pelos professores e alunos.

Segundo Moura et al (2013, p. 171):

Para a oferta de um bom ensino de biologia, com destaque a genética, se faz necessário que o professor tenha a sua disposição recursos didáticos que propiciem a relação teoria - prática. A falta de recursos didáticos pode colaborar para má formação de conceitos e incompreensão de conteúdos.

O **tema 04-** Desafios docentes na escola e no ensino (Categoria 1, quadro matricial 1), retrata os desafios docentes na escola e no ensino de Biologia, bem como, a relação aluno e professor. Sabe-se que muitas pesquisas e até mesmo os últimos noticiários vinculados nas mídias apontam para as dificuldades encontradas pelos professores em todo o Brasil em relação a indisciplina, falta de valorização do educador e infraestrutura precária no ensino básico público, o Município de Campo Grande/MS também enfrenta tais dificuldades, como veremos nos relatos dos professores:

P1: o uso excessivo do celular, a falta de interesse por assuntos científicos, a indisciplina e falta de educação de alguns.

P2: [...] manter os alunos interessados nas aulas, há muita dispersão pelo uso do celular [...] dificuldades de acompanhar o conteúdo, por falhas nos anos anteriores[...]

P3: [...] a falta de estímulo e compressão da família, sala de aulas precárias [...]

P4: salas numerosas (número de alunos).

As dificuldades relatadas pelos educadores são fatores inquietantes pois a indisciplina escolar está ligada ao ato de aprender, os relatos dos professores mostram dificuldades encontradas nos bancos escolares, a educação está vivendo nos últimos anos com a descaracterização do papel do professor, estamos vivendo uma sociedade que permite certos abusos com os mestres que dedicam suas vidas ao ensinar.

Verificamos que para os docentes é um desafio muito grande manter seus alunos interessados nas aulas sabendo que muitas vezes os fatores descritos anteriormente como uso

de celular e indisciplina também são críticos a desmotivação do próprio profissional, que luta contra a dispersão em sala de aula todos os dias. Tornar o conteúdo “agradável” aos educandos e gerir uma sala de aula com tantas peculiaridades é uma tarefa árdua aos professores. A falta de interesse dos alunos pode estar ligada a fatores como as falhas de anos anteriores citadas pelos professores, mas também a falta de contextualização da abordagem dos conteúdos pelo próprio educador. Mesmo os grupos sanguíneos, que são conhecimentos voltados a cientificidade, podem ser abordados levando em consideração a vida do aluno interligando as ações do cotidiano com a ciência com articulação dos saberes.

A indisciplina ainda é um fator que interrompe muitas estratégias de conhecimento nas escolas. A era da conexão proporcionou a comunicação humana em ambientes on-line e o crescimento do uso de aparelhos móveis principalmente por jovens na escola. A escola é um ambiente que promove a sociedade e a cultura e a cibercultura não deixa de estar presente neste contexto, pois promovem novas possibilidades e nos jovens cria um sentimento de liberdade, sendo inevitável a presença de celulares hoje nas escolas. Em uma pesquisa da Secretaria Nacional de Juventude – SNJ de 2013 foi apontado que mais da metade dos jovens brasileiros, 56% utilizam o a internet para acessarem sites de relacionamento e 43% para buscar notícias sobre atualidades e quanto ao uso do celular apenas 20% utiliza para pesquisar informações na internet, sendo mais utilizado para receber e realizar chamadas, comunicar-se via mensagens, baixar músicas e fotografar ou filmar. O desinteresse dos alunos pelas aulas, o tempo livre em alguns momentos e algumas aulas tediosas são apontados como grandes influenciadores do uso deste equipamento nos momentos de estudo.

As expectativas dos alunos em relação ao formato de educação que temos hoje não corresponde o avanço tecnológico, por exemplo, currículos extensos com aulas expositivas longas causam o desinteresse do aluno. A comunicação entre os jovens hoje está voltada a novos parâmetros e relações sociais que estão ligadas a conectividade, fluxo de informações pessoais intensos e ao desejo de ser visto nas redes sociais, deste modo a escola precisa trabalhar com os alunos a ética do uso das tecnologias, apenas a proibição de uso de celulares não promove o interesse dos alunos (NAGUMO; TELES, 2016).

Nossos professores participantes relataram também as dificuldades dos alunos em acompanhar os conteúdos uma vez que os conhecimentos básicos de genética estão ligados as noções de estruturas celulares que são estudadas no primeiro ano do ensino médio. Segundo Moura et al (2013) grande parte dos alunos não consegue contextualizar os conteúdos de Biologia, não conseguindo realizar as correlações da genética com outros conceitos de Biologia. A forma abstrata que os conteúdos são abordados nos livros didáticos, a falta de

associação dos conteúdos e até mesmo o despreparo dos professores frente aos conteúdos de genética são fatores apontados pelos autores a respeito da problemática do ensino de genética nas escolas públicas brasileiras.

5.3 O MODELO DIDÁTICO “ESTAÇÕES DA GENÉTICA DO SISTEMA ABO”

Neste tópico apresentamos o modelo didático da pesquisa “Estações da Genética do Sistema ABO” e a forma como foi realizada a sua organização didática, tal processo é parte integrante dos resultados da pesquisa. Neste momento é importante destacar que a sequência das estações do modelo didático foram realizadas levando-se em consideração a complexidade crescente dos conteúdos para o aprendizados dos estudantes, a sequência foi planejada de forma que o professor ao utilizar o produto poderá ter a liberdade de utiliza-lo de forma completa ou separadamente, de acordo, com os conhecimentos que necessitar contextualizar com seus alunos.

O modelo didático foi desenvolvido pautado nos momentos do processo de estudo de Chevallard, et al, 2011:

Cada momento do processo de estudo faz referência a uma dimensão ou aspecto da atividade de estudo, mais do que um período cronológico preciso. Portanto, os momentos estão distribuídos de uma forma dispersa ao longo do processo de estudo e não podem ser vividos “de uma só vez” (CHEVALLARD, et al, 2011. p. 276).

Nesta pesquisa utilizamos os momentos de estudo de Chevallard, (2001) e a organização praxeológica para o desenvolvimento do modelo didático e para a sequência didática do modelo utilizamos os preceitos Zaballa (1998).

Cada estação da Genética do Sistema ABO apresentava tarefas a serem resolvidas pelos estudantes, e estas, podiam ser solucionadas por meio de diferentes técnicas ao longo da vivência com o material didático, ou seja, os estudantes observavam o material, realizam pequenas leituras, relacionavam os saberes das estações com a genética do sistema ABO e montavam estruturas presentes no modelo didático para a construção dos conhecimentos. O modelo didático possibilitou a interação do professor com os alunos, bem como entre os estudantes, por meio de reflexões e interpretações que o material propunha. Os saberes envolvidos nas dez estações da Genética do sistema ABO, ou seja, a tecnologia presente no modelo didático foi alicerçada em conhecimentos presentes nas teorias científicas sobre o tema com base em referenciais atualizados da área da genética- Thompson & Thompson - Genética Médica (1981), Otto & Frota - Pessoa - Genética humana e clínica (1998), Lewis -

Genética Humana - Conceitos e Aplicações (2004), Motta et al-Fundamentos de genética (2008), Griffiths - Introdução a Genética (2016).

O modelo didático “Estações da genética do Sistema ABO” apresenta dez estações, cada uma com um tema relevante da genética do sangue as quais se completam a cada estação, mas se forem trabalhados individualmente também podem se adequar aos conhecimentos dos temas, conforme o plano de aula do professor, em relação a cada tema que o professor queira abordar. As Estações foram agrupadas da seguinte forma:

Estação 1- O sangue

Estação 2- Os genes ABO

Estação 3- Genótipo e Fenótipo

Estação 4- Alelos múltiplos, dominância e codominância

Estação 5- O quadro de Punnett

Estação 6- Aglutinina e Aglutinogênio

Estação 7- Fator Rh

Estação 8- Quadro resumo ABO

Estação 9- Compatibilidade Sanguínea

Estação 10- Doação de Sangue

O desenvolvimento do modelo didático da pesquisa foi norteado pelos momentos de estudo da Teoria Antropológica do didático (CHEVALLARD, et al, 2011).

Momentos de estudos nas Estações da genética do Sistema ABO

- Primeiro momento: ***Momento do Primeiro Encontro*** – as tarefas nas estações da genética do sistema ABO, que constituíam os problemas a serem resolvidos, foram apresentados aos educandos para iniciar vivência com o modelo didático. Cada estação foi desenvolvida pensando na problematização inicial com os educandos, como a ligação das estações com os conhecimentos da genética do sistema ABO, as quais são os objetivos da constituição dos problemas a serem resolvidos pelos educandos. Neste momento ocorre a interação do professor com os alunos sobre o tema presente na estação que por meio do diálogo contextualiza o modelo didático para dar início a vivência com o material.
- Segundo momento: ***Momento Exploratório*** – constituiu-se na exploração das estações com a finalidade de construção das técnicas necessárias a solução dos diferentes problemas, técnicas estas mediadas pelo professor. Neste momento os educandos têm contato com o modelo didático e por meio das tarefas representadas por atividade/tarefa no próprio material didático exploram os conhecimentos abordados nas estações, por

meio das tecnologias presentes no material didático. Como observar, fazer leituras das informações textuais presentes no modelo didático com mediação do professor, recortar e colar segmentos do modelo conforme a tarefa presente nele, dialogar entre colegas e o professor, trabalhar em equipe para resolver o problema da estação.

- Terceiro momento: ***Momento do Trabalho da Técnica*** - momento do trabalho das técnicas refletidas a partir do momento anterior, neste ponto ocorreu o domínio da técnica utilizada para resolver o problema, pois os educandos interagiram diretamente como modelo didático e efetivamente foram capazes de aplicar as técnicas.

- Quarto momento: ***Momento Tecnológico-Teórico*** - constitui-se do próprio modelo didático que didaticamente traz a justificativa, ou seja, a tecnologia para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema e por sua vez justificava a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia pautada nos referências didáticos do estudo da genética do sistema ABO tais como: Thompson & Thompson - Genética Médica (1981), Otto & Frota - Pessoa - Genética humana e clínica (1998), Lewis - Genética Humana - Conceitos e Aplicações (2004), Motta et al-Fundamentos de genética (2008), Griffiths - Introdução a Genética (2016).

- Quinto momento: nestes momentos ocorrem o ***Momento de Institucionalização*** é o momento de amplitude das técnicas e de toda a organização praxeológica usada em uma diversidade de elementos que darão referências para a resolução dos problemas como um todo, ocorrendo juntamente com a avaliação do domínio das técnicas. No modelo didático todo o saber fazer foi institucionalizado por meio das diversas tarefas que cada estação apresentava e do o conjunto de técnicas realizadas para as soluções destes problemas, respaldados pelas tecnologias e teorias pertinentes. Os saberes construídos dos educandos e as suas impressões eram relatadas roteiro de bordo da pesquisa.

- Sexto momento: ***Momento de Avaliação*** – momento em que o domínio do problema ou atividade/tarefa é avaliado, aqui é posto à prova o uso da técnica e todos os conhecimentos do bloco teórico que está empregado a técnica. Desenvolvemos para este momento o “roteiro de bordo” instrumento de pesquisa posterior que avalia a vivência do modelo didático pelos educandos e nos possibilitando verificar a construção de conhecimentos, amparados pelos conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais (ZABAL,1998).

Agora apresentaremos do modelo didático “Estações da genética do Sistema ABO”, tal material didático serviu de protótipo para o desenvolvimento da sequência didática do modelo

apresentada no produto educacional e nesta versão utilizamos a sua apresentação por meio das imagens do material confeccionado para aplicação com os alunos na escola campo.

No produto educacional elaboramos uma sequência didática direcionada ao professor e organizada na forma de arte gráfica para impressão com intuito de tornar o processo vivencial do produto mais próximo da realidade escolar.

Destacamos que na sequência do modelo didático Estações da Genética do Sistema ABO, o produto passou por uma adaptação em relação a nomenclatura da praxeologia de Chevallard (1991), para melhor aproximação ao público alvo, ou seja, aos professores de Biologia. Optamos fazer uma relação entre a praxeologia e as referências utilizadas por Zabala (1998), desta forma as *tarefas* foram substituídas por problemas a serem resolvidos, as *técnicas* pelas habilidades esperadas para os alunos e as *tecnologia* apresentam-se nos objetivos e nas teorias referente ao referencial empregado nos estudos da genética, os quais encontram-se listados no corpo do trabalho.

Iniciaremos apresentando a logo marca desenvolvida para as Estações e o texto que norteou a contextualização com as estações de um trem, convidando os estudantes a embarcarem em uma viagem aos conhecimentos. Nas demais páginas estão as imagens das Estações conforme sua ordem didática, ou seja, Estação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.



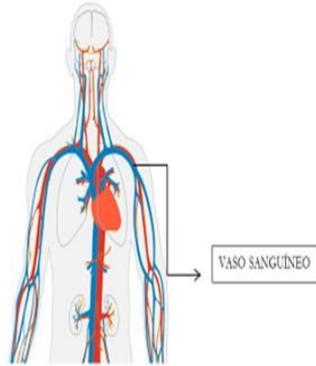
Figura 6: Logo marca das Estações da Genética do Sistema ABO



1ª ESTAÇÃO- O SANGUE O que é sangue?

Observar o sistema circulatório e lembrar que o sangue circula por meio deste sistema.
Observar a composição do sangue: plasma, glóbulos brancos e glóbulos vermelhos.
Cor do Sangue: relacionada a presença das hemácias e seus componentes.

COMPOSIÇÃO DO SANGUE



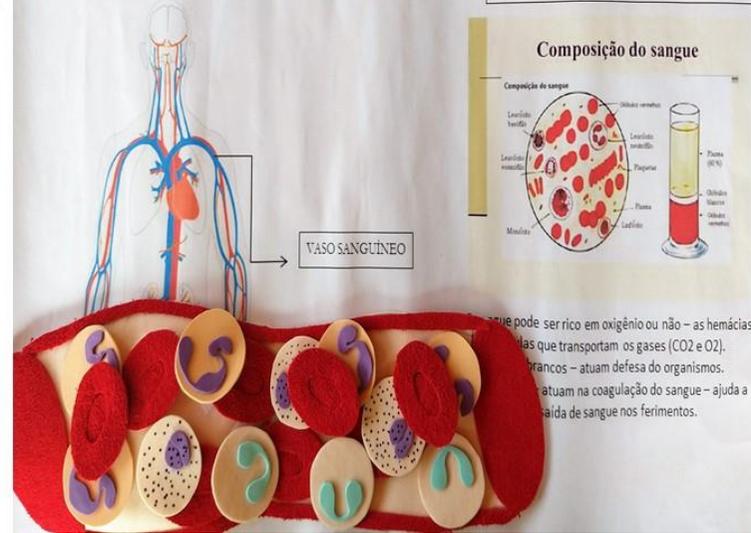
O sangue pode ser rico em oxigênio ou não – as hemácias são as células que transportam os gases (CO₂ e O₂).
Os glóbulos brancos – atuam defesa do organismos.
As plaquetas – atuam na coagulação do sangue – ajuda a interromper a saída de sangue nos ferimentos.



1ª ESTAÇÃO- O SANGUE O que é sangue?

Observar o sistema circulatório e lembrar que o sangue circula por meio deste sistema.
Observar a composição do sangue: plasma, glóbulos brancos e glóbulos vermelhos.
Cor do Sangue: relacionada a presença das hemácias e seus componentes.

COMPOSIÇÃO DO SANGUE



O sangue pode ser rico em oxigênio ou não – as hemácias são as células que transportam os gases (CO₂ e O₂).
Os glóbulos brancos – atuam defesa do organismos.
As plaquetas – atuam na coagulação do sangue – ajuda a interromper a saída de sangue nos ferimentos.

Estação 1- O SANGUE

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, montar o vaso sanguíneo com os elementos que o compõem.

Estações do genético do Sistema ABO

2ª ESTAÇÃO- OS GENES ABO
Onde estão os genes ABO?

Todos somos constituídos de células.
No núcleo das células encontram-se as informações genéticas.

Quantos alelos cabem em cada locus gênico?

CÉLULA
↓
CROMOSSOMOS
↓
ALELO → LOCOS GÊNICO

Cada loco é ocupado por 2 alelos no par cromossômico.

1 2 3

ALELOS: condicionam nossas características genéticas, por exemplo, os tipo Sanguíneos.

Estações do genético do Sistema ABO

2ª ESTAÇÃO- OS GENES ABO
Onde estão os genes ABO?

Todos somos constituídos de células.
No núcleo das células encontram-se as informações genéticas.

Quantos alelos cabem em cada locus gênico?

CÉLULA
↓
CROMOSSOMOS
↓
ALELO → LOCOS GÊNICO

Cada loco é ocupado por 2 alelos no par cromossômico.

1 2 3

ALELOS: condicionam nossas características genéticas, por exemplo, os tipo Sanguíneos.

Estação 2- OS GENES ABO

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, a identificação da quantidade de alelos que cabem em um loco gênico e informações associadas ao tema.



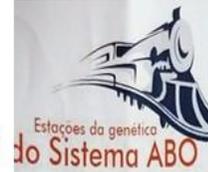
3ª ESTAÇÃO- GENÓTIPO E FENÓTIPO

Quais são os fenótipos dos grupos sanguíneos?

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS (TIPO SANGUÍNEO)
$I^A I^A$	
$I^A i$	
$I^B I^B$	
$I^B i$	
$I^A I^B$	
ii	

GENÓTIPO: conjunto de genes, ou seja, alelos que o descendente recebe dos pais.

FENÓTIPO: manifestação detectável do genótipo no indivíduo, Por exemplo, tipo sanguíneo



3ª ESTAÇÃO- GENÓTIPO E FENÓTIPO

Quais são os fenótipos dos grupos sanguíneos?

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS (TIPO SANGUÍNEO)
$I^A I^A$	A
$I^A i$	A
$I^B I^B$	B
$I^B i$	B
$I^A I^B$	AB
ii	O

GENÓTIPO: conjunto de genes, ou seja, alelos que o descendente recebe dos pais.

FENÓTIPO: manifestação detectável do genótipo no indivíduo, Por exemplo, tipo sanguíneo

Estação 3a- GENÓTIPO E FENÓTIPO

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, os fenótipos dos grupos sanguíneos de acordo com genótipos dos mesmos.



3ª - GENÓTIPO E FENÓTIPO

Quais os genótipos dos grupos sanguíneos?

FENÓTIPOS (TIPO SANGUÍNEO)	GENÓTIPOS
A	
B	
AB	
O	

GENÓTIPO: conjunto de genes, ou seja, alelos que o descendente recebe dos pais.
FENÓTIPO: manifestação detectável do genótipo no indivíduo, Por exemplo, tipo sanguíneo



3ª - GENÓTIPO E FENÓTIPO

Quais os genótipos dos grupos sanguíneos?

FENÓTIPOS (TIPO SANGUÍNEO)	GENÓTIPOS
A	$I^A I^A$ $I^A i$
B	$I^B I^B$ $I^B i$
AB	$I^A I^B$
O	ii

GENÓTIPO: conjunto de genes, ou seja, alelos que o descendente recebe dos pais.
FENÓTIPO: manifestação detectável do genótipo no indivíduo, Por exemplo, tipo sanguíneo

Estação 3 b- FENÓTIPO E GENÓTIPO

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, os genótipos dos grupos sanguíneos de acordo com os fenótipos dos mesmos.

4ª ESTAÇÃO - ALELOS MÚLTIPLOS, DOMINÂNCIA E CODOMINÂNCIA.

Estações da genética do Sistema ABO

Como ocorre a dominância e codominância no sistema ABO?

ENCAIXE NOS CROMOSSOMOS OS ALELOS (I^A , I^B , i) CORRESPONDENTE A UM GRUPO SANGÜÍNEO DA SUA ESCOLHA.

CODOMINÂNCIA:
Não há dominância de um gene sobre o outro no loco gênico, como ocorre no grupo sanguíneo AB.

Encaixe o sinal = ou > nos genes.
 $I^A = I^B >$

O fenótipo, ou seja, o tipo sanguíneo será dominante em homozigose ou heterozigose mesmo na presença do gene recessivo i .

Exemplo de homozigose: $I^A I^A$ ou $I^B I^B$.

Exemplo de heterozigose: $I^A i$ ou $I^B i$.

Lembre-se: nos grupos sanguíneos o gene recessivo é " i ".

4ª ESTAÇÃO - ALELOS MÚLTIPLOS, DOMINÂNCIA E CODOMINÂNCIA.

Estações da genética do Sistema ABO

Como ocorre a dominância e codominância no sistema ABO?

ENCAIXE NOS CROMOSSOMOS OS ALELOS (I^A , I^B , i) CORRESPONDENTE A UM GRUPO SANGÜÍNEO DA SUA ESCOLHA.

CODOMINÂNCIA:
Não há dominância de um gene sobre o outro no loco gênico, como ocorre no grupo sanguíneo AB.

Encaixe o sinal = ou > nos genes.
 $I^A = I^B >$

O fenótipo, ou seja, o tipo sanguíneo será dominante em homozigose ou heterozigose mesmo na presença do gene recessivo i .

Exemplo de homozigose: $I^A I^A$ ou $I^B I^B$.

Exemplo de heterozigose: $I^A i$ ou $I^B i$.

Lembre-se: nos grupos sanguíneos o gene recessivo é " i ".

Estação 4- ALELOS MÚLTIPLOS, DOMINÂNCIA E CODOMINÂNCIA

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, colocar os genótipos nos alelos e estabelecer a relação de dominância e codominância entre eles e compreensão dos alelos múltiplos.

5ª ESTAÇÃO- O QUADRO DE PUNNETT.

Estações da genética
do Sistema ABO

Escolha um pai e uma mãe e encaixe os alelos fornecidos para cada um, ou seja, a mãe (♀) a esquerda do quadro e o pai (♂) no canto direito superior do quadro. Anote os genótipos do pai e da mãe escolhidos.

♀ A I ^A ♂ O i	i	i
I ^A	I ^A i	I ^A i
i	i i	i i
PROBABILIDADE (%)		

5ª ESTAÇÃO- O QUADRO DE PUNNETT.

Estações da genética
do Sistema ABO

Escolha um pai e uma mãe e encaixe os alelos fornecidos para cada um, ou seja, a mãe (♀) a esquerda do quadro e o pai (♂) no canto direito superior do quadro. Anote os genótipos do pai e da mãe escolhidos.

♀ A I ^A ♂ O i	i	i
I ^A	I ^A i	I ^A i
i	i i	i i
PROBABILIDADE (%)		

Estação 5- O QUADRO DE PUNNETT

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, realizar os cruzamentos entre indivíduos de diferentes sexos de acordo com os seus genótipos; as probabilidades também eram anotadas.

6ª ESTAÇÃO- AGLUTINOGENÍOS E AGLUTININAS.
 Estações da genética do Sistema ABO
 Quais os aglutinogênios dos grupos sanguíneos?
 Quais as aglutininas dos grupos sanguíneos?

GRUPO A- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) A	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-B
GRUPO B- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) B	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-A
GRUPO AB- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) A e B	NÃO POSSUI AGLUTININA (ANTICORPO)
GRUPO O- HEMÁCIAS SEM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO)	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-A e anti-B

A B

B O

COLOQUE NO VASO SANGUÍNEO O AGLUTINOGENÍO E A AGLUTININA CORRESPONDENTE A CADA GRUPO SANGUÍNEO.

6ª ESTAÇÃO- AGLUTINOGENÍOS E AGLUTININAS.
 Estações da genética do Sistema ABO
 Quais os aglutinogênios dos grupos sanguíneos?
 Quais as aglutininas dos grupos sanguíneos?

GRUPO A- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) A	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-B
GRUPO B- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) B	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-A
GRUPO AB- HEMÁCIAS COM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO) A e B	NÃO POSSUI AGLUTININA (ANTICORPO)
GRUPO O- HEMÁCIAS SEM AGLUTINOGENÍO (ANTÍGENO)	AGLUTININA (ANTICORPO) - anti-A e anti-B

A B

B O

COLOQUE NO VASO SANGUÍNEO O AGLUTINOGENÍO E A AGLUTININA CORRESPONDENTE A CADA GRUPO SANGUÍNEO.

Estação 6- AGLUTINOGENÍO E AGLUTININAS

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, colocar nos vasos sanguíneos correspondentes aos tipos sanguíneos, os aglutinogênios e aglutininas que correspondem a cada grupo sanguíneo.

7ª ESTAÇÃO- FATOR Rh.
 Como ocorre a dominância do fator Rh nos grupos sanguíneos?

Estações da genética do Sistema ABO

RH⁺ = PRESENÇA DA PROTEÍNA R ou D NAS HEMÁCIAS
RH⁻ = AUSÊNCIA DA PROTEÍNA R OU D NAS HEMÁCIAS

Gene com dominância completa:
 Rh⁺ = RR, Rr
 Rh⁻ = rr

REPRESENTA O SANGUE RH⁺ REPRESENTA O SANGUE RH⁻

7ª ESTAÇÃO- FATOR Rh.
 Como ocorre a dominância do fator Rh nos grupos sanguíneos?

Estações da genética do Sistema ABO

RH⁺ = PRESENÇA DA PROTEÍNA R ou D NAS HEMÁCIAS
RH⁻ = AUSÊNCIA DA PROTEÍNA R OU D NAS HEMÁCIAS

Gene com dominância completa:
 Rh⁺ = RR, Rr
 Rh⁻ = rr

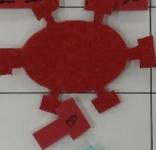
REPRESENTA O SANGUE RH⁺ REPRESENTA O SANGUE RH⁻

Estação 7- FATOR Rh

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, colocar as hemácias com a presença de proteínas D ou R no vaso que representa o Fator Rh⁺ e colocar a hemácia sem a presença da proteína D ou R no vaso que representa o Fator Rh⁻

 **8ª ESTAÇÃO- QUADRO RESUMO ABO.**
Quais os conhecimentos presentes no quadro?

REVISANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS.
VAMOS MONTAR O QUADRO DOS GRUPOS SANGUÍNEOS:

TIPOS DE SANGUE (FENÓTIPOS)	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO AB	GRUPO O
GENÓTIPOS DO SISTEMA ABO	$I^A I^A$ $I^A i$	$I^B I^B$ $I^B i$	$I^A I^B$	ii
TIPO DE HEMÁCIAS				
AGLUTINOGENIO (ANTÍGENO)				
AGLUTININA (ANTICORPO)				
FATOR Rh				
GENÓTIPOS Rh ⁺	RR Rr			
GENÓTIPOS Rh ⁻	rr			

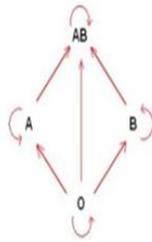
Estação 8- QUADRO RESUMO ABO

A imagem representando a Estação que aborda o resumo das Estações 3, 4, 5 e 6, nesta estação os alunos devem preencher a tabela com: os genótipos dos grupos sanguíneos, os tipos de hemácias dos grupos sanguíneos, os aglutinogênios dos grupos sanguíneos, as aglutininas dos grupos sanguíneos, bem como das hemácias que representam o Fator Rh e seus genótipos.



9ª ESTAÇÃO- COMPATIBILIDADE SANGUÍNEA.

GRUPO SANGUÍNEO	← REECEBE DE	→ DOA PARA
A		
B		
AB		
O		



Estações da genética do Sistema ABO

GRUPO SANGUÍNEO	← REECEBE DE	→ DOA PARA
A	A O	A AB
B	B O	B AB
AB	A B O AB	AB
O	O	A B AB O

Diagram showing blood group relationships with red paper cutouts of blood cells labeled A, B, AB, and O.

Estação 9- COMPATIBILIDADE SANGUÍNEA

A imagem à esquerda representa a Estação com os problemas a serem resolvidos, a imagem à direita é a Estação com o problema solucionado, ou seja, colocar nos na tabela de compatibilidade dos indivíduos representados pelos grupos sanguíneos, fazendo a relação de doador e receptor, para auxiliar os alunos é possível ainda colocar as imagens das hemácias de cada grupo para relembrar a associação delas com a compatibilidade sanguínea nos indivíduos.



Estação 10- DOAÇÃO DE SANGUE

A Estação aborda a questões de doação de sangue e constitui uma abordagem social .

5.4 ANÁLISE DAS INVESTIGAÇÕES COM OS EDUCANDOS ANTERIOR E POSTERIOR A VIVÊNCIA COM O MODELO DIDÁTICO.

A seguir faremos as análises e discussões das investigações realizadas com os educandos anterior e posterior a vivência com o modelo didático, cabe ressaltar que as experiências vividas pelos estudantes referem-se ao produto utilizado como protótipo do modelo didático e foram analisadas conforme os temas das subcategorias presentes no quadro matricial 2, para fins de entendimento a quais estações se referem as subcategoria e temas elaboramos o quadro 2 logo abaixo, que está organizada da seguinte forma:

QUADRO 1: quadro explicativo dos resultados e discussão das investigações com os educandos anterior e posterior a vivência com o modelo didático

CATEGORIA 2- Conhecimentos prévios e posteriores dos educandos referentes ao sangue e a genética do sistema ABO		
Subcategoria 1 Informações sobre o sangue, função, composição e reflexões sobre a doação sanguínea.	Tema 1- O sangue Tema 2- Doação	Estação 1- O sangue Estação 10- Doação de sangue
Subcategoria 2 Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea.	Tema 3- Aglutinogênios Tema 4- Aglutininas Tema 5- Compatibilidade Sanguínea Tema 6- Doador e receptor universal	Estação 6- Aglutininas e aglutinogênios Estação 9- Compatibilidade Sanguínea
Subcategoria 3 Localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO.	Tema 7- Localização dos genes do sistema ABO Tema 8- Alelos múltiplos no sistema ABO Tema 9- Dominância e Codominância no sistema ABO	Estação 2- Os genes Estação 4- Alelos múltiplos, dominância e codominância
Subcategoria 4 Genótipo e Fenótipo no sistema ABO incluindo fator Rh.	Tema 10- Genótipos no sistema ABO Tema 11- Fenótipo no sistema ABO Tema 12- Fator Rh no sistema ABO	Estação 3- Genótipo e fenótipo Estação 7- Fator Rh
Subcategoria 5 Estudo do Quadro de Punnett na genética do Sistema ABO.	Tema 13- Probabilidade dos Genótipos e fenótipos do Sistema ABO.	Estação 5- O quadro de Punnett

A análise dos questionários prévios e posteriores a vivência com o modelo didático “Estações da Genética do Sistema ABO” com os educandos foram plotadas em um quadro matricial designado quadro de número 2 de acordo com a análise de conteúdo de Bardin (2011). Estas análises foram realizadas de forma comparativa nas situações prévias e posteriores a vivência com modelo didático e confronta criteriosamente as respostas dos

educandos referentes as situações anteriores e posteriores a vivências com as Estações da Genética do sistema ABO. Neste quadro temos a **categoria 2** da pesquisa, em continuidade as análises da **categoria 1** realizada com os educadores de Biologia (**Quadro Matricial 1**). O **Quadro Matricial 2**, contempla as respostas dos educandos acerca dos temas que envolvem a Genética do Sistema ABO, no momento anterior e posterior a vivência com o modelo didático.

A **categoria 2** da pesquisa foi definida como “Conhecimentos prévios e posteriores dos educandos referentes ao sangue e a genética do sistema ABO, dentro desta categoria temos cinco subcategorias a saber: **subcategoria 1**. Informações sobre o sangue, sua função, composição e reflexões sobre sua doação; **subcategoria 2**. Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea; **subcategoria 3**. Localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO; **subcategoria 4**. Genótipo e Fenótipo no sistema ABO incluindo fator Rh; **subcategoria 5**. Estudo do quadro de PUNNETT na genética do Sistema ABO. Em todos as subcategorias os educandos participaram de situações prévias e posteriores a vivência didática do modelo e em especial na vivência posterior realizaram depoimentos sobre cada estação e suas impressões sobre a atividade. No momento prévio foram realizados questionários contendo perguntas sobre os conhecimentos da genética do sistema ABO; já no instrumento de pesquisa posterior denominado “roteiro de bordo” os estudantes realizaram as tarefas durante a vivência didática mediados pelo professor pesquisador, durante a vivência os educandos realizaram também depoimentos sobre cada estação da genética do Sistema ABO

A **subcategoria 1** (quadro matricial 2) “Informações sobre o sangue, função, composição e reflexões sobre doação sanguínea” apresenta dois temas, sendo o **tema 1- O Sangue** e o **tema 2- A doação de sangue**. A subcategoria apresenta seguinte conceito norteador: “Conhecimentos prévios dos educandos a respeito da composição do sangue e suas funções no corpo humano bem como suas concepções sobre a doação de sangue. A maioria dos educandos atribui o sangue a um líquido vermelho que corre nas veias que leva nutrientes para todo o corpo, acreditam também que a doação de sangue é muito importante para todos. Os conhecimentos posteriores as estações da genética do sistema ABO, os educandos relataram que o sangue é composto glóbulos brancos, glóbulos vermelhos, hemácias, tendo como função distribuição de oxigênio para as células e nutrientes para o corpo e se mostram receptivos as questões de doação de sangue, relatando a importância da doação e a disponibilidade para esta causa”.

Com referência ao **tema 1- O sangue** (quadro matricial 2), na situação prévia a vivência com o modelo didático, os educandos foram perguntados sobre a composição do sangue, suas funções e a relação da cor do sangue com seus componentes, alguns estudantes apresentaram um entendimento sobre o sangue com impressões do senso comum, ou seja, atribuíam ao sangue características com palavras fora dos conhecimentos científicos, ocorrendo relatos como o sangue como sendo um “líquido vermelho” que circula pelo corpo e nos “dá vida” e “leva nutrientes”, em algumas situações os educandos associaram a circulação com o “bombear do coração”.

Conforme verificamos nos relatos dos educandos nas seguintes falas prévias a vivência didática:

E1- Líquido que corre nas veias, manter os órgãos internos e coração funcionando, não pensei.

E4- não sei

E5- líquido vermelho que passa pelo corpo transportado por veias e artérias, transportar para o corpo oxigênio e proteína, pela dominância de glóbulos vermelhos.

E9- líquido vermelho presente no nosso corpo, não sei.

E11- líquido vermelho presente no nosso corpo, bombear para o coração.

E16- líquido vermelho, viscoso que circula nas artérias, bombea o coração, transportando gases e nutrientes e elementos.

E21- líquido composto por hemácias e que corre no corpo, sua função deve ser transportar proteínas etc., ele deve ser vermelho por conta de sua composição.

Verificamos que os educandos entendem que o sangue é um líquido vermelho, conceito muito presente no senso comum devido a coloração do sangue, mediante tais apontamentos

pelos educamos, nos sugere que ainda existem obstáculos epistemológicos sobre o tema. Segundo Bachelard (1996, p.18) o obstáculo é o ofuscamento do que deveríamos saber pela memória daquilo que cremos saber, seja por resíduos de conhecimentos e conceitos anteriores ou por até mesmo conceitos errôneos. Tais obstáculos podem provocar estagnação ou regressão no processo da formação do espírito científico, ressaltamos que no momento do instrumento prévio os educandos já haviam passado pelo conhecimento dos grupos sanguíneos na escola campo, o qual foi realizado no primeiro bimestre segundo o professor de Biologia da turma, indicando que mesmo assim traziam conceitos não pautados na cientificidade, mas certamente oriundos de suas vidas cotidianas.

No momento posterior a vivência com o modelo didático (**Estação 1**), continuando a análise da, **tema 1- O sangue** (Subcategoria 1, quadro matricial 2), os educandos mostraram maior apropriação de conhecimentos científicos sobre o sangue e sua composição, observamos um discurso que incluía os componentes do sangue, tais como, plasma, glóbulos brancos, hemácias. O transporte do sangue pelo corpo humano e a transporte de gases foram conhecimentos relatados pelos educandos nas transcrições do roteiro de bordo da pesquisa.

Podemos verificar que nos relatos dos educandos durante e após a vivência com o modelo didático, os alunos já apresentavam conhecimentos pautados no saber ensinado. Como podemos observar nas repostas abaixo:

E1- plasma, glóbulos brancos e glóbulos vermelhos. A cor do sangue é relacionada á presença das hemácias e seus componentes.

E4- Sua composição é feita de glóbulos brancos, glóbulos vermelhos, hemácias. Tem sua função em distribuir oxigênio para as células e nutrientes para o corpo

E5- liquido composto por hemácias, neutrófilo, eosinófilo, basófilo, plasma, glóbulos brancos e vermelhos.

E9- São as células que transportam os gases CO₂ e O₂ os sangue circula pelo meio circulatório.

E11- São células que transportam os gases CO₂ e O₂ o sangue circula por meio do sistema circulatório.

E16- Sua composição é feita por glóbulos vermelhos, brancos e hemácias. Tem sua função em distribuir oxigênio para as células e nutrientes para o corpo.

E21- Componente liquido composto por plasma, glóbulos brancos e vermelho.

E23- É um componente líquido formado por plasma, glóbulos brancos e glóbulos vermelhos.

A cada estação do modelo didático os educandos foram convidados a fazer um relato de opinião sobre a Estação que abordava os temas sangue e doação. Nesta etapa, a pesquisa oportunizou a coleta de inferências dos educandos a respeito da vivência didática. Foram

relatados os seguintes depoimentos em referência ao **tema 1- O Sangue** (Subcategoria 1 quando matricial 2):

E1-Boa! Relembrei de tudo que aprendi no fundamental.

E4-Vários destas coisas eu basicamente sabia.

E7-legal,

E9-Interessante super entusiasmante e educacional

Muito bom, porem eu já sabia de tudo.

E11-Aprendi sobre a composição do sangue.

E16-Muito interessante!

E21-Informativo no quesito composição do sangue.

E23-Uma forma legal de se aprender.

Notamos entre os depoimentos que os educandos de uma forma geral foram muito receptivos com o material e manifestaram entusiasmo em relação a forma de aprendizagem por meio de modelo didático. Entre as respostas dos educandos verificamos no educando 4, que no instrumento de pesquisa prévio respondeu que não sabia sobre a composição do sangue e sua coloração, já no roteiro de bordo passou a responder sobre os componentes do sangue e sua função, mas no momento do depoimento relatou que basicamente já sabia do que se tratava. Refletimos que durante a vivência com modelo didático o educando resgatou seus conhecimentos sobre o sangue, provavelmente das aulas de Biologia e por meio do modelo didático as técnicas e tecnologias dos conhecimentos do tema foram resgatados ou mesmo aprendidos. Ocorrendo assim conforme Matos (2015), uma mudança de concepções no que se refere as relações de ensino e aprendizagem, a transformação do saber, fazer alguma coisa ou aprender sobre algo, na relação do saber-fazer que se retrata na relação do aprender a fazer algo ou alguma coisa.

Prosseguindo a análise da **subcategoria 1-** Informações sobre o sangue, função, composição e reflexões sobre a doação sanguínea., em observação ao **tema 2- A doação de sangue** (quadro matricial 2) os educandos mostraram-se receptivos as questões de doação de sangue, sendo mantidas as afirmações tanto no instrumento prévio como no roteiro de bordo, a grande maioria relatou que a doação de sangue é um ato de muita importância e que seriam doadores de sangue voluntariamente.

Seguem os relatos do instrumento de pesquisa prévio dos educandos:

E2- na minha opinião é um ato muito importante pois ajudamos o próximo. Sim sou doador.

E3- a doação de sangue tem sua importância pelo fato de salvar a vida de outros seres humanos. É um papel humanitário que todos na sociedade devem cumprir. Sim, tendo eu aptidão de saúde necessária, cumprirei com meu papel.

E4- é bom para algumas pessoas que precisam, é importante pois se ocorre um acidente de trânsito e você perder muito sangue ele irá precisar, não seria voluntário.

E9- é importante pois muitas pessoas já nasceram precisando ou sofrem um acidente ou doença que precisa, temos muito para não doar. Sim.

E12- uma ativação feita para ajudar o próximo. Quando haver uma necessidade de sangue teria mais estoque para uns. Sim.

E16- muito importante, essencial, sim.

E23- sou muito a favor, quem não tem nenhuma doença no sangue deve doar. Sim. Vou ser. Começo nesse ano.

No que se refere aos relatos posteriores a vivência com o modelo didático a Estação doação de sangue, **tema 2-Doação** (quadro matricial 2) no roteiro de bordo, os educandos mostram-se envolvidos nas questões relacionadas a doação de sangue, demonstrando a relevância humanitária do tema e a importância do papel da formação cidadã da escola, frente as questões sociais da população e conscientização por meio do conhecimento.

E2- Acho necessário é uma boa forma de demonstrar sua cidadania. Sim, seria.

E3- Um gesto humanitário que eu teria a honra de realizar.

E4- É um feito de salvar vidas, sim seria de sangue.

E9- Acho uma boa ideia. Muitos pensam e temos de sobra, não tem porque não doar. Claro.

E12- Uma ótima coisa para se fazer. Sim, já tentei todavia quando fui não pude por causa da gripe.

E16- Importante para salvar vidas, porém não seria pois tenho medo de agulhas.

E23- Doar é algo muito bom, ajudar as pessoas. Seria sim, irei ser.

Segundo Pereira e colaboradores (2016) há um aumento crescente nas demandas por doações de sangue em todo o Brasil, sendo que do total da população brasileira apenas 1,8% é doadora de sangue, enquanto que o índice ideal seria em média de 3%. Dentre as regiões brasileiras as que mais estão engajadas na doação de sangue, são a Região Centro-Oeste com 2,55%, a Região Sul com 2,28% e a região Sudeste com 1,69%. Os autores ainda destacam que a doação de sangue é uma causa cuja voluntariedade pode modificar e influenciar os comportamentos em prol do bem-estar social das comunidades.

É de extrema importância trazer a comunidade escolar tais temas que repercutem na vida em sociedade e podem ser instrumentos de engajamento para as causas humanitárias. Após a vivência com o modelo didático na coletânea de depoimentos, na Estação que abordava as questões de doação de sangue, organizadas no **tema 2-Doação** (quadro matricial 2), os educandos relataram:

E2-Fácil

E3-Interessante e educativo

E4-Uma estação que inspira-me a fazer doação.

E7-Adorei.

E8-Incrível.

E9-Bem legal.

E10-Mudança na opinião da doação de sangue.

E12-Relativamente importante para a compreensão das pessoas que querem doar sangue.

E15-Legal o incentivo para doação de sangue.

E16-Importante para conscientização.

E23-Bem fácil.

Conforme pesquisa sobre os fatores decisivos e estratégias para doação de sangue os autores Bousquet, et al, (2018) relatam que o Brasil apenas 1,8% da população entre 16 a 69 anos doam sangue, chegando a ser inferior a países como Nicarágua, Colômbia e Cuba, sendo considerado pela Organização Mundial de Saúde (ONU) insuficiente visto que países como Japão e Estados Unidos os percentuais de doação chegam de 3% a 5% da população. Mesmo com os avanços em relação a captação de sangue no Brasil, ainda os índices de oferta nos bancos de sangue não são suficientes. Desta forma entre as ações para conscientização das populações estão as desenvolvidas em Instituições de ensino superior e sobre tudo nas escolas de educação básica, esta última para a criação da cultura para com a doação de sangue, como estratégias utilizadas podem estar as feiras de ciências, envolvimento de pais e alunos nas campanhas em prol a conscientização da doação de sangue e as ações desenvolvidas pelos educadores na escola.

Podemos contrapor a citação de Paulo Freire (1980) para com as ações conscientizadoras que a escola tem desempenhado ao longo dos anos em relação aos conhecimentos que ora estão postos ao aprendizado conceitual e ora postos aos aprendizados para a vida em sociedade e cidadania.

Ao ouvir pela primeira vez a palavra conscientização, percebi imediatamente a profundidade de seu significado, porque estou absolutamente convencido de que a educação, como prática da liberdade, é um ato de conhecimento, uma aproximação crítica da realidade (FREIRE, 1980, p. 25).

Desta forma todas as alternativas metodológicas que possam se refletir em ações que beneficiem a sociedade, devem ser exploradas pelos educadores, o tema doação de sangue é muito abrangente e pode ser o ponto de partida para contextualização dos saberes em diversos

segmentos da educação, não necessariamente ser trabalhado apenas nos conhecimentos ligados ao sangue e muito menos ficar atrelado apenas ao ensino de Biologia.

A **subcategoria 2**- Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea. E é dividida em **tema 3- Aglutinogênios**, **tema 4- Aglutininas**, **tema 5- Compatibilidade Sanguínea** e **tema 6- Doador e receptor universal**. Tem como conceito norteador os conhecimentos sobre a presença de aglutininas e aglutinogênios no sangue, substâncias presentes nas hemácias que conferem a presença ou a ausência de proteínas A ou B, sendo principal característica para compatibilidade sanguínea nos seres humanos. No instrumento de pesquisa prévio a maioria dos educandos não soube ou não lembrou destes conhecimentos relacionados a aglutininas, aglutinogênios e compatibilidade sanguínea. No roteiro de bordo após a vivência com o modelo didático os educandos em sua grande maioria atribuíram os aglutinogênios aos tipos de sangue A, B, AB e as aglutininas aos anti-A e anti-B. Quanto a compatibilidade sanguínea os educandos apresentaram amplo conhecimento sobre a recepção e doação de sangue, a maioria respondeu que A pode doar para: A e AB, B pode doar para: B e AB, AB pode doar para: AB; o tipo sanguíneo O pode doar para: O, A, B e AB.

Quando questionados se sabiam quais são os aglutinogênios, **tema 3** (Subcategoria 2, quadro matricial 2) presentes nos grupos sanguíneos no instrumento de pesquisa prévio os educandos responderam:

E1, E4, E11, E12, E18 - não sei/não sei responder

E2, E6, E8, E9, E19- não lembro/não lembro no momento/ não tenho conhecimento

E14, E24 –respostas em branco

E16- substâncias antigênicas. A diferente B, B diferente de A e O universal

E17- é responsável pela determinação de fenótipo sanguíneo. Não me recordo

E21- não faço a mínima ideia do que seja

Notamos que conforme os registros de respostas dos educandos a maioria não sabia, não lembrava ou confundia os conhecimentos com outros fatores relacionados ao fator imunológico dos seres humanos, não respondendo quais eram os aglutinogênios ou antígenos presentes nos grupos sanguíneos, porém o educando E16- estabeleceu uma relação entre os tipos de sangue A, B e O e sua ação antigênica já o estudante E17 estabeleceu uma conexão com as informações genéticas dos grupos sanguíneos mesmo que de maneira equivocada, mas reiterou que não se recordava do assunto.

Segundo Silva e colaboradores (2011) os aglutinogênios ou antígenos são proteínas presentes nas hemácias, sendo encontrados aglutinogênios A e aglutinogênios B, quando um

aglutinogênio (A ou B) está presente na hemácia significa que este gene foi herdado do pai ou da mãe ou de ambos, pai e mãe, e poderá ser transmitido para as gerações futuras.

Esta relação aglutinogênios e antígenos é muito difícil para os alunos, uma vez que os conhecimentos nesta área são abstratos, com nomenclaturas próprias que muitas vezes levam a confusão dos estudantes. Nossa abordagem em relação aos conhecimentos do sangue se deu após os alunos terem aprendido o conteúdo na escola, mesmo assim muitos não recordavam ou não sabiam quais eram os antígenos presentes nos grupos sanguíneos.

No momento da vivência com o modelo didático que abordava as aglutininas e os aglutinogênios, em resposta ao roteiro de bordo, **tema 3- Aglutinogênios** (Subcategoria 2, quadro matricial 2), observamos que os educandos demonstraram conhecimentos a respeito dos aglutinogênios presentes nas hemácias do sangue. Verificamos que as respostas dos educandos versaram sobre os aglutinogênios presentes no sistema sanguíneo ABO, ou seja, A, B e AB:

E1-A, B, i (A e B) e sem aglutinogênio

E2, E3, E4, E6, E7, E8, E10, E12, E14, E18, E23- A, B, AB

E5, E17, E22, E24- A, B, AB e O

E9, E11, E16, E20- A, B (A e B) e sem aglutinogênio

E13- resposta em branco

E15- A=A, AB=AB, B=B, O=O

E19- A, B, AB, sem aglutinogênio

E21- Aglutinogênio A, B e AB

Os grupos sanguíneos são definidos pela presença ou ausência de proteínas presentes nas hemácias, denominadas de aglutinogênios ou antígenos (A e B), a relação ocorre da seguinte maneira: quando há presença apenas do aglutinogênio A nas hemácias o tipo sanguíneo é A, quando há apenas a presença do aglutinogênio B nas hemácias o grupo sanguíneo é B, quando há a presença dos dois aglutinogênios A e B o grupo sanguíneo é AB e quando não houver presença de aglutinogênios o grupo sanguíneo é O.

Assim verificamos que os educandos conseguiram com auxílio da vivência com do material didático, identificar a relação dos aglutinogênios com os grupos sanguíneos, elencando em suas respostas as possibilidades de aglutinogênios que podem ser encontrados no sistema ABO.

Uma das necessidades dos professores na educação formal é a utilização de recursos didáticos que contemplem as abrangências da ciência, uma vez que está é uma área que requer muito empreendimento por parte dos educadores, por se tratar de temas recorrentes as produções científicas e tecnológicas do mundo. Mas sabemos que mesmo diante de tantos

avanços, a escola de ensino básico ainda é limitada quanto a utilização de recursos inovadores, e por muitas vezes os professores acabam buscando alternativas que atendam às necessidades diárias em sala de aula para a construção dos conhecimentos escolares, como um modelo didático por exemplo. De encontro com nosso pensamento Justina e Ferla (2006) relatam que o uso de modelo didático no ensino, pode ser uma referência ou até a materialização de um conceito, como no caso dos aglutinogênios nos grupos sanguíneos e tornar-se então um conhecimento mais assimilável aos estudantes. Em 1953 com a descoberta do DNA, foi sugerida pelos pesquisadores envolvidos uma representação tridimensional a qual explicava a estrutura molecular da dupla hélice de DNA, e assim o mundo inteiro passou a conhecer a molécula de DNA pelo modelo didático desenvolvido pelos seus idealizadores.

Ainda na **Subcategoria 2-** Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea, no **tema 4-aglutininas** (quando matricial 2), no instrumento de pesquisa prévio, perguntamos aos educandos, quais as aglutininas (anticorpo) presentes nos grupos sanguíneos ABO, e de acordo com as respostas abaixo percebemos que os estudantes não lembravam deste conhecimento, alguns relacionaram as aglutininas a proteção do sangue e outros ao fator positivo e negativo.

E2, E3, E6, E16, E18, E21, E22, E24 -não lembro/não me recordo /também não sei/não sei/ não sei explicar

E5- um tipo de proteção para compor parasitas como vírus e bactérias. Os glóbulos brancos.

E8- são globos que servem de massas, para proteger o corpo de bactérias e servem para proteger o sangue também.

E9- responsável para defender o sangue como falam “deixa ele brincar na terra para criar anticorpos”

E11- são responsáveis para afastar doenças e ameaças

E12- é o fator positivo e negativo do sangue. Não lembro de nenhum

As aglutininas são proteínas presentes no plasma sanguíneo dos seres humanos, denominadas de aglutininas anti-A e anti-B, digamos que um indivíduo pertença ao grupo sanguíneo AB, o mesmo terá em suas hemácias aglutinogênios A e B, mas será desprovido de aglutininas anti-A e anti-B, já os indivíduos do grupo A possuem aglutinogênios A e aglutininas anti-B, os indivíduos do grupo B possuem aglutinogênio B logo tem aglutininas anti-A em seu plasma sanguíneo. No caso de um indivíduo do grupo sanguíneo O como é desprovido de aglutinogênios possui em seu plasma sanguíneo proteínas anti-A e anti-B (SILVA et al, 2011).

Em se tratando das respostas dos educandos quanto ao **tema 4- Aglutininas** (Subcategoria 2, quadro matricial 2), verificamos que foram confusas e sem muita propriedade de conhecimento em relação as aglutininas dos grupos sanguíneos, os resultados nos faz pensar que tais conhecimentos ainda estão muito abstratos e confusos para os educandos, visto que são conhecimentos que requerem compreensão de como as aglutininas se apresentam no sangue, ressaltamos que no momento de questionamento pelo instrumento de pesquisa prévio os educandos já haviam entrado em contato com os conhecimentos pertinentes ao tema, pois são conhecimentos básicos presentes nos primeiros semestres do ensino médio.

No momento da vivência com o modelo didático que abordava as aglutinas e os aglutinogênios, **tema 4- Agltuninas** (Subcategoria2, quadro matricial 02) os estudantes foram estimulados a desenvolver atividades/tarefas sobre os aglutinogênios dos grupos sanguíneos e por meio do roteiro de bordo os educandos descreveram os conhecimentos presentes na estação os quais se reverteram em respostas pautadas nas tecnologias empregadas ao tema aglutininas, dos 24 estudantes que responderam o roteiro de bordo apenas um não respondeu a tarefa/atividade.

E1, E3, E9, E16, E19, E20- Anti B, anti A, anti (A e B) a sem aglutinina

E2, E6, E12, E17, E18, E21, E23, E24- Anti B, anti A

E4, E22- Anti A, anti B, anti (Ae B)

E7, E8, E10, E14- A, B

Diante do desenvolvimento das técnicas do saber-fazer dos alunos percebemos que proposta no modelo “Estações da Genética do Sistema ABO” proporcionou aos alunos construção de saberes, pois os educandos que haviam respondido que não lembravam ou não sabiam quais eram as aglutininas presentes nos grupos sanguíneos passaram a identifica-las e na maioria das respostas colocaram a presença das aglutininas anti -A e anti-B, o que nos remete a pensar que o modelo didático influenciou de forma favorável o aprendizados dos educandos. Conforme Caldeira e organizadoras (2009) o processo de apropriação dos saberes científicos ocorre por meio das didáticas das ciências, sendo a escola o espaço privilegiado para a transmissão das culturas e dos saberes. A seleção dos conteúdos e dos saberes a serem ensinados que se consolida a transposição didática, que é a passagem do saber para uma versão mais didática possível. A transposição didática interna proposta por meio do modelo didático genética do sistema ABO proporcionou apropriação do conhecimento por parte dos educandos, indicando que o saber ensinado de fato foi aprendido pelos alunos.

Ao final da **Estação que abordava os temas aglutinogênios e aglutininas**, os educandos foram convidados a relatar seu depoimento sobre a Estação e estas foram categorizadas conjuntamente nos **temas 3- Aglutinogênios**, e **4-Aglutininas** (Subcategoria 2, quadro matricial 2), os educandos formalizaram por meio dos depoimentos as impressões que tiveram em relação ao modelo didático referente aos temas aglutininas e aglutinogênios, e as respostas dos alunos refletem a boa aceitação e receptividade do material didático, com podemos ver a seguir:

E2-Fácil

E3, E6- interessante

E4-Ajudou muito

E5, E7, E8, E17-legal/ Muito legal

E12-Facilidade em entender o que é

E14- muito fácil, bem didático

E16-Melhorou meu conhecimento sobre aglutinogênios, aglutininas.

E18-Bem elaborado

E20- sensacional

E22, E24- já sabia

Conforme os relatos dos educandos percebemos que o modelo didático foi para eles “bem elaborado”, e auxiliou o entendimento do tema, bem como tornou o conhecimento “fácil”, “muito legal” e conforme o E16 “Melhorou meu conhecimento sobre aglutinogênios, aglutininas” desta forma somos levados a pensar que esta “Estação” foi empregada respeitando os momentos de estudo e a praxeologia para as transformações dos saberes, passando da barreira do saber ensinável para o saber ensinado por meio do modelo didático.

Segundo Cavalcante e Silva (2008) os modelos didáticos são propostas de ensino que podem expressar as diversas formas alternativas para construção de um dado conhecimento, seja por meio do processo de transmissão e recepção, pelo desenvolvimento de habilidades e competências e pelas experiências dos alunos com o material educacional.

Em continuidade a mesma **subcategoria 2**, o **tema 5-Compatibilidade Sanguínea** (quadro matricial 02), aborda conhecimentos sobre a compatibilidade entre os grupos sanguíneos, desta fase os educandos necessitavam ter conhecimentos sobre os mecanismos de receptividade entre os grupos sanguíneos ABO. Para que os educandos tivessem a possibilidade de responderem à questão tanto do instrumento prévio como do posterior, necessitariam ter conhecimento sobre a presença e ausência de aglutininas e aglutinogênios presentes nos grupos sanguíneos.

QUADRO 2: Compatibilidade sanguínea

Tipo sanguíneo	RECEBE				DOA			
A- aglutinogênio-A, aglutinina anti-B	A		O		A	AB		
B - aglutinogênio-B, aglutinina-A	B		O		B	AB		
AB - aglutinogênios A e B, sem aglutinina	A	B	AB	O	AB			
O - sem aglutinogênio, aglutininas anti-A e anti-B.	O				A	B	AB	O

Fonte: autoral.

No instrumento de pesquisa prévio, quando perguntados sobre transfusão sanguínea, sobre a relação de compatibilidade sanguínea e quais tipos sanguíneos podem doar para cada grupo sanguíneo, **tema 5- Compatibilidade Sanguínea** (Subcategoria 2, quadro matricial 2), os educandos responderam:

E2, E4, E5, E9, E14, E17 - não lembro/ não respondeu/ não sei/

E6- O pode doar para todos, B- apenas para B e AB, A - Apenas para A e AB

AB- apenas para AB.

E18- por uma espécie de uma mangueira pequena, em um saco, todos menos O negativo.

E12- quando ocorre um acidente e alguém precisa de sangue precisa de uma transfusão. Todos. Quando alguém e algumas coisa é compatível.

E19- quem doa sangue preenche um questionário, tem que está alimentado e passa pelo procedimento que é basicamente a retirada do sangue e o sangue passa por pesquisa para saber se está tudo certo e fica armazenado no banco de sangue até que alguém necessite da doação. A, B e O podem doar para AB todos podem receber, exceto o tipo O que só recebe dele mesmo.

E21- qualquer tipo sanguíneo pode receber o tipo O e AB pode receber A ou B, mas não ocorre o inverso disso.

E24- sangue só pode ser doado para quem é compatível a aquele tipo de sangue.

AB pode receber de si mesmo e de todos, mas não doa para ninguém. A recebe de A e de O e não doa para B e nem para O. B recebe de B e de O e não doa para A e nem para O. O universal doa para todos, mas não recebe de ninguém a não ser de si mesmo. Não sei aplicar compatibilidade.

De acordo com as respostas dos estudantes percebemos que alguns, lembraram da relação doar e receptor com no caso do “E6-- O pode doar para todos, B- apenas para B e AB, A - Apenas para A e AB, AB- apenas para AB”. e “E19- quem doa sangue preenche um questionário, tem que está alimentado e passa pelo procedimento que é basicamente a retirada do sangue e o sangue passa por pesquisa para saber se está tudo certo e fica armazenado no banco de sangue até que alguém necessite da doação. A, B e O podem doar para AB todos podem receber, exceto o tipo O que só recebe dele mesmo” e outros educandos descreveram como ocorre a transfusão de sangue como realizado pelo “E18-por uma espécie

de mangueira pequena, em um saco". Assim percebemos que os alunos apresentavam ainda as relações dos conhecimentos dos grupos sanguíneos em sua memória e outros lembravam vagamente.

Com a vivência do modelo didático, a Estação que abordava os conhecimentos sobre **Compatibilidade Sanguínea**, os educandos ao realizarem as tarefas do **tema 5- Compatibilidade Sanguínea** (Subcategoria 2- quadro matricial 2) os estudantes puderam por meio do modelo didático aprimorar seus conhecimentos e realizaram as respostas de acordo com a compatibilidade entre os grupos sanguíneos.

E1, E3, E4, E5, E6,E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24- A pode doar para: A, AB - B pode doar para: B, AB - AB pode doar para: AB - O pode doar para: A, B, AB, O.

E2- A pode doar para: A e AB, B pode doar para: B e AB, O pode doar para: A, B e AB.

E7- A pode doar para: A, B pode doar para: A, B, AB pode doar para: AB

E15- A pode doar para: A e AB, B pode doar para B e O, AB pode doar para: AB

Os conhecimentos que envolvem as relações de doador e receptor nos grupos sanguíneos são muito importantes, pois além de promover a alfabetização científica na escola de ensino básico, promovem os conhecimentos para a formação cidadã, uma vez que os estudantes sendo conhecedores das possibilidades de tipos sanguíneos e suas possibilidades de doação e ou recepção de sangue, podem ser agentes de comunicação e transformação na sociedade. Por meio do saber, as informações do campo biológico se propagam para saberes em comunidade. De acordo com Bittencourt e Struchiner (2015) existe uma grande lacuna entre o ensino de Biologia e a vida cotidiana e sociocultural dos educandos, ocorrendo o afastamento do conhecimento científico e ignorando a responsabilidade social e política dos alunos. Os autores destacam a importância dos valores humanos, tais como, compromisso social, respeito ao próximo, generosidade, solidariedade e fraternidade, os quais são extremamente relevantes na temática de compatibilidade sanguínea esta que impacta na doação de sangue. A temática tem potencialidade de promover o aumento da responsabilidade social dos estudantes na receptividade a doação de sangue nas escolas de Ensino Médio.

Em seguimento a **Subcategoria 2- Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea, tema 6- Doador e Receptor** (quadro matricial 2) que versou sobre a relação doar e receptor universal, foram descritas as seguintes respostas no instrumento de pesquisa prévio:

E2, E7, E8, E11, E13- O (negativo) doador universal, AB (positivo) receptor universal

E4, E15, E18, E22- O doador e AB receptor

E6- Tipo O. Tipo AB . não lembro.

E12- O negativo. O sangue que é A ou B tem alguns anticorpos que não permitem que o O receba deles. Já ele não possui isso então ele pode doar para todos e AB positivo é o que recebe de todos.

E19- O grupo O é doador universal e o receptor universal é a tipagem sanguínea AB.

E21- O é doador universal, AB é o receptor já que ele tem os tipos sanguíneos.

As respostas prévias dos educandos apontam que eles apresentavam conhecimentos sobre os tipos sanguíneos, no que se refere a receptividade e doação universal, ou seja, os doadores universais são tipos sanguíneos que podem ser doadores para quaisquer tipos sanguíneos, neste grupo temos tipo O, que não apresenta aglutinogênios, um dos fatores de incompatibilidade sanguínea, já o receptor universal é o sangue do tipo AB pois possui aglutinogênios A e B. Observamos que estes conhecimentos eram conhecidos por parte dos alunos pois em algumas situações as respostas condiziam com o conhecimento científico.

Na vivência com o modelo didático, a Estação que abordava a Compatibilidade Sanguínea, os estudantes relembrou os conhecimentos relacionados a doação e recepção de sangue nos grupos sanguíneos, **tema 6- Doador e receptor universal** (Subcategoria 2, quadro matricial 2) e apenas 2 educandos dos 24 não responderam ou não responderam corretamente a atividade/tarefa empregada no modelo didático:

E1, E3, E4, E7, E8, E9, E11, E15, E16, E21, E22, E24 - O e AB respectivamente

E2, E18- O é doador e AB é receptor

E5- O

E6, E12, E20- doador universal O, receptor universal AB

E10- O é universal AB é receptor

E13- O, AB

E14- não respondeu

O processo de transfusão de sangue é considerado um transplante vivo, os procedimentos de transfusão sanguíneas estão entre os cinco procedimentos mais realizados no mundo, chegando há um percentual de 10% dos pacientes internados pelo mundo. Calcula-se que aproximadamente em média 3,5 milhões de bolsas de sangue são coletadas anualmente somente no Brasil, a estimativa é que apenas 1,7% da população brasileira é doadora de sangue. Os conhecimentos dos grupos sanguíneos são importantes para o sucesso das ações que envolvem a transfusão de sangue, desde o momento de conscientização, capacitação e o

procedimento em si. O sangue o tipo AB é considerado o receptor universal pois sua composição permite a recepção de sangue dos grupos A, B e O e ainda ser receptor dele mesmo, já o sangue do tipo O é considerado doador universal por devido à falta de proteínas em suas hemácias, pode ser doador para os grupos A, AB e B além de poder doar para o próprio grupo O (BARRETO, 2016).

Esta relação de receptor e doador universal é um tema muito abordado nos bancos escolares, e percebe-se como os alunos se apropriam destes conceitos, pois seus relatos deixam claro o pertencimento dos conhecimentos por parte dos estudantes. Onde a maioria relacionou o tipo sanguíneo O ao doador universal e o tipo sanguíneo AB ao receptor universal.

As impressões dos educandos sobre a vivência com o modelo didático, a Estação que abordava Compatibilidade Sanguínea, relatadas nos depoimentos, **temas 5- Compatibilidade Sanguínea e 6- Doador e receptor universal** (Subcategoria 2, quadro matricial 2) foram muito importantes para percepção enquanto pesquisadora, sendo encontradas observações que relatam a afirmação da importância do uso de recursos didáticos em sala de aula.

E1-importante

E2- fácil

E3- bom

E5, E24- legal

E6-Bom para testar nossos conhecimentos

E11- produtivo

E12-Boa, fácil e simples.

E17, E22- já sabia

E19-A 1º vez que respondi sem precisar olhar a estação.

E21-Além de informativa achei muito importante.

Observamos que os relatos dos alunos contribuíram para mostrar a relevância do modelo didático no ensino da genética do Sistema ABO, pois, os estudantes mostraram apropriação dos conhecimentos e é muito importante para o educador ter a percepção de como os alunos interagem com os conhecimentos em sala de aula e verificar a aprendizagem do conteúdo em sua rotina escolar.

A **subcategoria 3** versa sobre a localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO. Nesta subcategoria temos o seguinte conceito norteador: os conhecimentos sobre a localização dos genes do sistema ABO nas células humanas, os alelos múltiplos características da polialelia e as questões de dominância e codominância nos grupos

sanguíneos. No instrumento de pesquisa prévio, os educandos responderam que os genes do sistema ABO encontram-se no DNA, no RNA e alguns informaram que encontram-se também nos cromossomos, sobre os alelos múltiplos dos sistema ABO a grande maioria não soube responder ou não lembrava deste conhecimento, já sobre as questões que envolviam dominância e codominância nos grupos sanguíneos, muitos não recordavam das informações e alguns representaram a dominância com a homozigose (AA , aa ou I^A , I^B) e a codominância pela letra “a” minúscula. Já no instrumento de pesquisa posterior a maioria dos educandos afirmou que os genes do sistema ABO encontrava-se no núcleo das células e nos alelos dos cromossomos, sobre os alelos múltiplos todos identificaram os alelos I^A , I^B e i e na relação de dominância e codominância relacionaram a dominância com pelo menos um alelo dominante ($I^A i$, $I^B i$) e a codominância quando não há dominância entre eles, sendo ambos dominantes ($I^A I^B$). Esta subcategoria é dividida em **temas 7, 8 e 9**, as quais são respectivamente, **7- localização dos genes do sistema ABO, 8 - alelos múltiplos no sistema ABO e 9 - dominância e codominância no sistema ABO.**

No instrumento de pesquisa prévios quando questionados sobre a localização dos genes do Sistema ABO, **tema 7- Localização dos genes do sistema ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), dentre as respostas dos estudantes foram encontradas as palavras “DNA”, “célula”, “cromossomo” e “aglutinogênio” as quais foram quantificadas no gráfico abaixo, tendo como referência amostral os 24 estudantes que participaram da pesquisa.



Gráfico 1: Localização dos genes ABO

Como percebemos no gráfico 1, referente ao **tema 7- Localização dos Genes ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), a maioria dos estudantes respondeu que os genes dos grupos sanguíneos ABO estão localizados no DNA, totalizando 12 respostas com a palavra

DNA, em seguidas apresentaram-se as respostas tais como “ não sei”, “ não entendi” e alguns que deixaram a questão sem respostas totalizando 7 respostas neste sentido, a palavra “célula” foi encontrada em 4 respostas, a palavra “cromossomos” foi encontrada em 2 respostas e a palavra “aglutinogênio” em apenas 1 das respostas dos educandos, em relação a localização dos genes dos grupos sanguíneos ABO. Percebe-se que a grande maioria associou a localização de genes com o material genético das células, ou seja, o DNA existente nela, tal afirmação contudo não deixa de ser verdadeira pois os genes dos grupos sanguíneos segundo Batisso e Novaretti (2003) são codificados por sequências específicas que apresentam-se no DNA da célula, sendo localizados nos cromossomos, mais especificamente no braço longo do cromossomo 9.

Ademais os conhecimentos sobre a informação do material genético dos indivíduos se apresentam em diferentes momentos na vida escolar dos estudantes, ora com menor detalhamento no ensino fundamental por meio do ensino de ciência, ora pelo ensino de Biologia no ensino médio, ao longo dos três anos de escolarização.

No roteiro de bordo no momento da vivência com o modelo didático, na Estação que abordava a doação de sangue, os educandos voltaram a ser questionados sobre a localização dos genes ABO- **tema 7** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), com auxílio do material didático, observaram didaticamente a localização dos genes ABO, por meio da ilustração dos pares cromossômicos, e posicionamento dos alelos dos grupos sanguíneos, as respostas apresentaram-se da seguinte forma:

E1, E13, E15- No núcleo das células

E2- Estão localizados nos locos gênicos que constituem os cromossomos

E3, E4, E10, E11, E16, E19, E20- São encontrados na célula especificamente no núcleo.

E5, E4, E17, E22, E24- Nos alelos

E7- São encontrados na célula chamada núcleo.

E8- São encontrados nas células, precisamente no núcleo.

E12- Eles estão presentes nas células, que constituem os cromossomos, alelos e após os locos gênicos.

E14- Estão localizados nos glóbulos que constituem os cromossomos.

E21, E23- No núcleo das células que se encontram em todo o corpo

Quando ocorreu a sensibilização dos educandos por meio do modelo didático, na Estação que abordava a doação de sangue, percebemos a ampliação dos conhecimentos em relação a localização dos genes ABO, surgindo novas palavras no discurso dos alunos como “ locos gênico”, “alelos”, “núcleo” estas que não se apresentavam nas respostas anteriores, percebemos que com auxílio do modelo didático a percepção dos estudantes sobre as características genéticas dos grupos sanguíneos foi mais explorada como ocorreu com o “*E12- Eles estão presentes nas células, que constituem os cromossomos, alelos e após os locos gênicos*” este realizou a associação entre as células o seu material genético e a localização dos

locos gênicos nos alelos. Ocorrendo sobretudo a alfabetização biológica dos conhecimentos relacionados a genética, parecemos então os pressupostos de Myrian Krasilchick (2008) a respeito da alfabetização biológica dos educandos frente aos conhecimentos do ensino de Biologia, sendo um papel fundamental do educador em ciências e Biologia promover o processo de construção e movimentação dos níveis de alfabetização biológica.

No **tema 8- Alelos múltiplos no sistema ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), foi perguntado aos educandos quais são os alelos múltiplos presentes nos grupos sanguíneos, e de acordo com as respostas do instrumento de pesquisa prévio verificamos que muitos não sabiam ou não recordavam deste conhecimento.

E1, E2, E3, E4, E7, E8, E17, E12, E16, E17, E18, E21, E22 - não sei/ não tenho conhecimento sobre esse assunto/ não sei explicar/ não me recordo

E5- IA, IB são alelos dominantes

E6- sim

E13- Alelos múltiplos não sei

E14- alelos múltiplos Aa, Bb etc...

E24- A

Já no roteiro de bordo, instrumento de pesquisa posterior, sobre o **tema 8- Alelos múltiplos no sistema ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 02) neste momento auxiliados pela vivência com o modelo didático (**Estação 4**), apresentaram respostas que demonstram o entendimento dos conhecimentos empregados nesta Estação, percebemos que a atividade/tarefa presente no modelo didático foi resolvida levando em consideração as técnicas e tecnologias existentes no modelo didático frente aos conhecimentos dos alelos múltiplos nos grupos sanguíneos, as respostas dos educandos refletiram um dos momentos de estudo descritos por Chevallard e colaboradores (2001) como *Momento Tecnológico-teórico* que relaciona as *técnicas* que se empregam a realização da *tarefa*, constituindo o “saber-fazer”, ou seja, os estudantes relacionaram os alelos múltiplos dos grupos sanguíneos e os localizaram conforme a tarefa que lhes foi atribuída.

*E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E13, E14, E15, E16, E17, E19, E20, E21, E22, E23, E24 - I^A, I^B, i
E2, E12, E18- A, B, i*

Percebemos que os resultados presentes no roteiro de bordo, **tema 8- Alelos múltiplos no sistema ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), da atividade/ tarefa em relação aos conhecimentos abordados, empregou-se de forma satisfatória a genética do sistema ABO, pois 21 dos educandos pesquisados apresentaram respostas que vem de encontro com os conhecimentos da genética do sistema ABO, sendo os alelos múltiplos o I^A, I^B e i. Diante

desta análise podemos perceber a aplicabilidade dos momentos de estudo da TAD, pois os educandos vivenciaram as problematizações e provavelmente foram instigados a dominar um determinado conhecimento, sendo construída à práxis para resolução das atividades (CHEVALLARD, et al, 2001) como percebemos na evolução das respostas dos educandos.

Ainda na **Subcategoria 3-Localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO, tema 9- Dominância e Codominância no sistema ABO** (quadro matricial 2), os educandos foram perguntados sobre a relação de dominância e a codominância no sistema ABO, dos 24 educandos que participaram do instrumento prévio, 17 deles não sabiam responder, não tinham conhecimento ou não souberam responder, os demais relacionaram a dominância as letras maiúscula (AA) e a codominância as letras minúscula (aa), alguns fizeram a relação com os alelos dominantes I^A e I^B dos grupos sanguíneos, como podemos verificar abaixo:

E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9, E10, E11, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E21, E23- não sei/ não me recordo/ não/não lembro/ não sei explicar/ talvez, mas agora não lembro/ não respondeu

E5- I^A , I^B são alelos dominantes

E6- sim

E12- dominância é quando o alelo é dominante. Codominância quando ambas são dominantes. Alelos múltiplos não sei

E13- Codominância: aa, Dominância completa AA

E20- sim

E22- dominância completa deve ser $I^A I^A$ ou $I^B I^B$, indo nessa linha de pensamento

E24- A dominante, a codominante

Mas quando perguntados novamente sobre a questão durante o roteiro de bordo, **tema 9- Dominância e Codominância** (Subcategoria 3, quadro matricial 2) após vivência com o modelo didático (**Estação 4**), observou-se que a grande maioria dos educandos, após a vivência com a “Estação” sobre os conhecimentos empregados em relação a dominância e codominância, desenvolveram as *técnicas* necessárias para a resolução da questão problema, por meio das *tecnologias* empregadas no modelo didático, podemos verificas nas respostas a seguir a mudança conceitual dos estudantes a respeito da relação de dominância e codominância na polialelia dos grupos sanguíneos.

E1, E3, E4, E11, -Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante. Recessivo é quando os dois são recessivos.

E2-Quando o dominante o alelo passa as características de um sobre o outro. Quando é codominante há dominância.

E5, E17-Dominância: quando um alelo é superior ao outro. Codominância: quando não há dominância sobre outro loco.

E6- Dominância quando tem um I e um i, I domina. Codominância é quando tem 2 alelos dominantes.

E7, E8, E9, E10, E19 - É feita por um dominante e um recessivo.

E12- O alelo dominante é o que passa as características e quando á codominância não há dominância de um gene sobre o outro.

E13- Ocorre sempre em heterozigose e codominância em homozigose.

E14- IA, IB alelos dominantes,

E15-Ocorre dominância quando existe um alelo dominante e um recessivo e a codominância 2 alelos dominantes.

E16- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante. Codominância quando não há dominância de um gene sobre outro.

E20- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante.

E21- Dominância Ocorre sempre em heterozigose e codominância em homozigose.

E22-Dominância: é quando um alelo é superior ao outro. Codominância: é quando um alelo não é dominante sobre o outro.

E23-Ocorre em heterozigose e codominância em homozigose.

E24-Codominância: Quando um alelo não tem dominância sobre um ou outro. Dominância: quando um dos alelos tem dominância sobre o outro. Recessivo é quando os 2 são recessivos.

Nos grupos sanguíneos temos a presença de alelos múltiplos denominados I^A , I^B e i , em que os alelos A e B correspondem a presença de um antígeno na superfície da hemácia e o alelo “i” é denominado alelo nulo, corresponde a ausência de antígenos ou aglutinogênios na superfície da hemácia. Os alelos múltiplos ocorrem quando para um loco gênico existem mais de duas variantes alélicas presentes na população. As relações entre os alelos I^A , I^B e i incluem dominância completa e codominância; os alelos A e B são codominantes entre si, pois cada alelo corresponde a um antígeno distinto, presente na superfície da hemácia, entretanto, estes alelos possuem dominância completa em relação ao alelo “i” (GRIFFITH, 2016).

Estas relações genéticas dos grupos sanguíneos, são conhecimentos que requerem além de muito estudo por parte dos professores, também rigor metódico, conforme Paulo Freire (1996) descreveu em sua obra Pedagogia da Autonomia, p.13:

...é exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no “tratamento” do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível. E essas condições implicam ou exigem a presença de educadores e de educandos criadores, investigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes. Faz parte das condições em que aprender criticamente é possível a pressuposição por parte dos educandos de que o educador já teve ou continua tendo experiência da produção de certos saberes e que estes não podem a eles, os educandos, ser simplesmente transferidos...

Mesmo diante das dificuldades enfrentadas dia a dia em sala de aula, nós educadores temos que nos debruçar diante dos conhecimentos e nos colocar frente a sua prática docente no sentido de aproximar o máximo possível os objetivos cognoscíveis do processo de ensino e aprendizagem, tornando os saberes científicos mais próximos dos estudantes participando ativamente no processo de transposição e permitindo que os educandos se tornem sujeitos ativos de seu aprendizado. As novas alternativas metodológicas podem mediar estas relações de criticidade e proatividade entre educandos e educadores, tornando a vivência escolar mais efetiva para ambos.

Tais argumentos se consolidam por meio dos depoimentos dos estudantes, descritos no roteiro de bordo, relacionados aos **temas 8- Alelos múltiplos no sistema ABO** e **9- Dominância e Codominância no sistema ABO** (Subcategoria 3, quadro matricial 2), os quais demonstraram que a utilização de um material didático para auxiliar na transposição didática dos conhecimentos da genética básica e da genética dos grupos sanguíneos é um recurso que pode auxiliá-los e tornar as aulas mais agradáveis e de melhor entendimento.

E1-Explicando demais.

E2, E3, E11, E20, E24-Legal.

E4-Já aprendi.

E6-Fácil.

E7-Ficou de maneira legal.

E8-Já sabia.

E9-Informativa.

E10-Levemente complicado.

E12-Explendido.

E13-Ajudou a compreender o que era.

E14-Foi massa.

E15-Entender o cromossomo e o sistema ABO.

E16-Extraordinariamente extraordinário.

E17-Incrivelmente explicado.

E18-Trouxe-me conhecimento sobre algo pouco visto.

E19-Incrível.

E21-Muito louco.

E22-Entendi sobre cromossomos e sistema ABO

E23-Uma estação para saber sobre alelos múltiplos.

Seguindo nossa análise agora sobre a **Subcategoria 4- Genótipo e Fenótipo no sistema ABO incluindo fator Rh**, é dividida em **tema 10- genótipo**, **tema 11- fenótipo** e **tema 12- fator Rh**, tem como conceito norteador: conhecimentos sobre os genótipos e fenótipos do sistema ABO, e o fator Rh nos grupos sanguíneos. No primeiro instrumento de pesquisa, anterior a vivência com o modelo didático os educandos apresentaram muitas dificuldades em identificar os genótipos e fenótipos, não atribuindo nenhuma resposta que condiz com as noções básicas de genética, sobre o fator Rh muitos responderam que o fator Rh no sangue está relacionado a positividade ou negatividade do tipo sanguíneo, já após o contato com o modelo didático quando perguntados novamente sobre tais questões, os educandos identificaram os genótipos e fenótipos dos tipos sanguíneos e sobre o fator Rh ocorreu a identificação da proteínas R que na sua presença ocorre a positividade e na sua ausência a negatividade do tipo sanguíneo, o qual também é herdado pelas gerações anteriores.

No **tema 10- Genótipos no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2), os educandos foram perguntados quais eram os genótipos dos grupos sanguíneos, a saber: $I^A I^A$, $I^A i$, $I^A I^B$, $I^B I^B$, $I^B i$, ii . Os educandos **E1**, **E16** e **E18** responderam que não sabiam ou que não lembravam dos genótipos, os educandos **E9**, **E12** e **E22** inferiram em suas respostas

fragmentos de conceitos que lembravam sobre a genética, já o educando **E7**, **E8** associou o genótipo aos conceitos utilizados para classificação dos seres vivos com a associação a filios, além de outras respostas como veremos a seguir:

E1, E3, E4, E16, E18, E24- não sei/ não lembro/ não respondeu

E2, E6, E11, E13, E15, E17, E20- sim

E5- genótipo: IA

E7, E8- são filios, tipos de genótipo e fenótipo/ filios

E9- genótipo: características do DNA

E10- genótipos são características no DNA

E12- genótipos são genes e não pode se alterar como os fenótipos

E14- genótipo carrega a carga genética dos país.

E19- genótipos onde o gene se encontra

E21- sei o que são genótipos (que é a informação).

E22- fenótipo características por indivíduos.

E23- genótipos, não lembro ao certo mas um define características do indivíduo

O sistema sanguíneo ABO é um importante marcador genético, sendo utilizado no mapeamento genético, identidade genética, diagnóstico de doenças hereditárias e no processo evolutivo das populações, tal sistema é controlado por um gene que codifica uma glicose-transferase e possui três formas de alelos I^A , I^B e i , os alelos I^A e I^B são codominantes e dominantes sobre o alelo i , os elementos do sistema ABO são marcadores muito importantes na medicina transfusional por isso são conhecimentos que tem muita relevância do ensino de biologia para os estudantes do ensino médio (MEDEROS, ÁLVAREZ, 2014). Tais conhecimentos são primordiais para a associação dos grupos sanguíneos as heranças ligadas a genética, uma vez que, muitos estudantes ainda confundem as manifestações hereditárias do sangue, com ditos populares e fragmentos do senso comum, como “sangue forte”, “sangue bom”, “puxou pelo sangue” o ensino dos conhecimentos básicos da genética como fenótipos e genótipos são muito importante para a alfabetização e letramento científicos dos estudantes.

No instrumento de pesquisa posterior “roteiro de bordo”, **tema 10- Genótipo no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2) após a atividade com modelo didático (**Estação 3**) os educandos demonstraram uma nova percepção a respeito dos genótipos dos grupos sanguíneos, e com auxílio do modelo didático a maioria os educandos que havia respondido que não sabia e outros que confundiram com os conceitos de genótipos e fenótipos modificaram suas respostas de acordo com a característica genotípica de cada grupo sanguíneo. Dos 24 educandos 22 responderam que os genótipos dos grupos sanguíneos eram: “ $I^A I^A$, $I^A i$, $I^A I^B$, $I^B I^B$, $I^B i$, ii .” e apenas 2 educandos (E6 e E14) confundiram os fenótipos com genótipos e misturaram os dois no momento das respostas como veremos a seguir. Consideramos que neste momento ocorreu a transposição didática que fundamentou os saberes dos educandos com apropriação dos conceitos estudados.

*E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24- $I^A I^A$, $I^A i$, $I^A I^B$, $I^B I^B$, $I^B i$, ii
E6, E14- AA, Ai, BB, Bi, O*

Marandino (2005) relata que os processos educacionais na produção dos saberes ocorridos na escola são pautados em elementos que interliguem os conhecimentos, os sujeitos, os procedimentos e o tempo e espaço das instituições; e a elaboração dos saberes “intermediários” que permitem assimilação que os saberes demandam. Entendemos que a inclusão de modelos didáticos no ensino de biologia, especialmente na genética do sistema ABO, é um elemento de transposição didática que pode ser bem explorado pelos educadores e educandos com potencial de tornar o saber além de ensinável mais agradável.

No **tema 11- Fenótipo no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2), abordava a identificação dos fenótipos dos grupos sanguíneos e os educandos necessitavam descreverlos no instrumento de pesquisa prévio Como ocorreu com genótipos (**tema 10**), muitos educandos não lembram ou não tinham conhecimento sobre o tema, alguns responderam que sim, sabiam quais eram os fenótipos dos grupos sanguíneos, mas não os identificaram, outros alunos conceituaram as características fenotípicas como podemos observar:

*E1, E3, E4, E16, E18, E19, E24- não sei/não lembro/ não respondeu/não
E2, E6, E11, E13, E15, E17, E20 - sim
E5- Fenótipo : A
E7, E8- são filios, tipos de genótipo e fenótipo/ filios
E9- Fenótipo: mudanças com o tempo
E10- fenótipos são características de mudança com decorrer do tempo.
E12- genótipos são genes e não pode se alterar como os fenótipos
E14- Fenótipo carrega os anticorpos do sangue
E21- fenótipo (que é a característica).
E22- Genótipos constituição genética do indivíduo.
E23- fenótipos a constituição do ser.*

Os fenótipos são as formas das características genéticas (GRIFFITHS, 2016), como por exemplo a cor, a forma, o tamanho entre outras características, nos grupos sanguíneos estão relacionados aos tipos sanguíneos nos indivíduos, sangue tipo A sangue tipo B, sangue tipo AB e sangue tipo O. Como esta característica não é expressada por uma característica visual que as diferem uma das outras, para os estudantes é muito confusão e abstrato relacionar estes conhecimentos da genética com os grupos sanguíneos.

No roteiro de bordo quanto questionados novamente sobre os fenótipos dos grupos sanguíneos, **tema 11- Fenótipo no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2), todos os 24 estudantes identificaram os fenótipos dos grupos sanguíneos, ou seja, (tipo sanguíneo **A**), (tipo sanguíneo **AB**), (tipo sanguíneo **B**) e (tipo sanguíneo **O**). Atribuindo a seguinte resposta, **A**, **B**, **AB** e **O**. Observamos assim que ocorreu a apropriação dos conhecimentos pelos estudantes em relação as características fenotípicas dos grupos sanguíneos. Notou-se a que a utilização do modelo didático, a Estação que abordava os genótipos e fenótipos, no

reconhecimento dos genótipos e fenótipos dos grupos sanguíneos foi significativo para a aprendizagem dos alunos, ressaltando a importância dos materiais didáticos no ensino de Biologia, pois ultrapassa as barreiras dos saberes, permitindo assim, que os estudantes interajam com o material e se tornem sujeitos de seu aprendizado. A Estação que abordava os genótipos e fenótipos que foi desenvolvida para os **temas 10- genótipo no sistema ABO e 11-Fenótipo no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2) contemplaram as relações de identificação das características e ou marcadores genéticos, os quais se tornam muito abstrato para os alunos, por ser uma característica molecular e não visual, o que não ocorre com outros exemplos estudados na genética do ensino básico, como cor dos olhos, cor dos cabelos, cor da pele entre outros. A interação com este tipo de material pode ser um agente potencial para quebra da educação tradicional “bancária” como dizia Paulo Freire, segundo Carneiro (2012) tal processo de ensino/aprendizagem que se pauta na mera transferência de conhecimento pelo repasse dos conteúdos, pelo método de decorar, ou seja, “quanto mais vezes o professor narrar determinado conhecimento, mais fácil será para o aluno decorar e transferir para seus processos avaliativos”, podem dificultar a construção de um conhecimento efetivo além de não permitir a emancipação educacional dos estudantes. É notório como é importante a utilização de metodologias alternativas para o ensino, especialmente para o ensino de Biologia. Após a vivência com o material didático, a Estação que abordava os genótipos e fenótipos do sistema ABO, os estudantes descreveram seus depoimentos e os mesmo vem de encontro com as expectativas do material na relação com a transformação dos saberes por meio da transposição didática interna.

E1-Maneirinho

E2, E24-Legal

E6-Fácil

E8-Muito legal

E9-Eu pude lembrar o que já sabia.

E12-Interessante.

E13-Explicativo

E14-Moleza.

E15-Para entender os tipos sanguíneos.

E16-Me deixou com sede de conhecimento.

E17-Informativo

E18-Interessante para aprimorar meus conhecimentos.

E19-Diferenciada.

E20-Ensino total sobre os grupos sanguíneos.

E22-Passei a tender os tipos sanguíneos.

E23-Para entender os tipos sanguíneos.

Para finalizar a **Subcategoria 4- Genótipo e Fenótipo no sistema ABO** incluindo fator Rh., o **tema 12- Fator Rh** (quadro matricial 2) abordava o fator Rh no sistema ABO, na investigação prévia alguns educandos não lembravam o que era o fator Rh no sistema ABO,

outros relacionaram as questões de positividade e negatividade do fator e alguns fizeram relação com as características fenotípicas do sangue, como podemos verificar:

- E1, E3, E4, E6, E9, E14, E17, E22, E24- não sei/ não lembro/não/não me recordo/ mais ou menos. Não/nada*
E2-sim, não lembro no momento
E5-sim, Rh vai na característica
E7- não lembro o que é, mas influência no tipo sanguíneo.
E8- não lembro, mas tem influência no tipo sanguíneo sim.
E10- influência no fenótipo sanguíneo
E11- é o que define se o sangue vai ser mais ou menos.
E12- positivo ou negativo
E13- o fator Rh determina se o sangue será positivo ou negativo um sangue positivo não pode doar para um negativo.
E15- mais ou menos.
E16- é uma característica hereditária que se refere a uma proteína, se o sangue tiver proteína o seu tipo de sangue será positivo.
E18- não lembro muito bem, mas imagino que seja para encontrar o fator positivo e negativo.
E19- o Rh interfere se o tipo sanguíneo será positivo ou negativo
E20- é o que define o sangue ser positivo ou negativo.
E21- positivo ou negativo.
E23- a diferenciação Rh negativo e Rh positivo, são determinantes na compatibilidade sanguínea.

Além das descobertas dos sistemas dos grupos sanguíneos por Landsteiner, as pesquisas da época detectaram um outro fator que foi determinante para o sucesso das transfusões sanguíneas na época, o pesquisador juntamente com Wiener descobriram em macacos da espécie *Rhesus* um antígeno na membrana das hemácias que estimulava a produção de anticorpos e chamaram de anti-Rh, hoje conhecido como fator Rh (BARRETO, 2016).

A herança dos genética do fator Rh se dá pelos alelos contendo o gene D que é dominante e determina a presença do fator Rh positivo, mas quando o gene for recessivo “d” é resultante do fator Rh negativo. Quando um indivíduo possui o fator Rh negativo e receber em um primeiro contato um tipo sanguíneo com fator Rh positivo, não sofrerá aglutinação do sangue, porque o indivíduo Rh negativo não apresenta anticorpo anti-Rh, mas na reincidência o mesmo não ocorrerá, pois o próprio organismo irá produzir anticorpos anti-Rh e o processo de aglutinação das hemácias pode ocorrer e ser fatal nos seres humanos (HOFFBRAND, MOSS, 2013).

As reflexões e ajustes nas formas de contextualizações dos conhecimentos para a aprendizagem dos estudantes é papel do professor, neste caso os conhecimentos do fator Rh nos grupos sanguíneos, estão pautados no saber de referência e por meio da noosfera sofrem transformações para se tornarem ensináveis, envolvendo um sistema didático dos saberes, os estudantes, os professores, todo o sistema de ensino e seu entorno social. O professore quando passa a refletir e pensar na elaboração das questões que envolvem o saber , seja ele a ensinar ou para ensinar, deixa de ter um papel de executor do saber e passa a ter um papel de

transformador do saber, e com isso passa a ser um produtor de conhecimento se transformando também um agente da noosfera (MARTINY, SILVA, 2014). No Ensino Médio este papel do professor é mais efetivo, pois é ele que participa ativamente da transposição didática interna dos conhecimentos e especialmente no caso da herança genética do fator Rh é muito importante, que os educadores estejam atentos a promoverem as mediação dos conhecimentos biológicos e científicos para os estudantes de uma forma que transponham também os preceitos socioculturais que estão apoiados na formação biológica, como as questões de doação de sangue, identificação de doenças ligada ao sangue e conscientização das comunidades em torno do tema.

Quando interagiram com o modelo didático, a Estação que abordava o fator Rh os educandos foram estimulados a verificar a relação de dominância no fator Rh e a partir nesta ligação observar a característica da presença de proteína R ou D que indica fator Rh positivo ou a ausência da proteína R ou D que indica o fator Rh negativo, as inferências dos alunos descritas o roteiro de bordo sobre o **tema 12- Fator Rh no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2) apresentaram-se da seguinte forma:

- E1-Quando o gene é positivo o fator é Rh .*
- E2, E4, E5, E8, - $RR > Rr > rr$,*
- E3- Ocorre com a presença do alelo R no fenótipo*
- E6- Quando o alelo é dominante ele é Rh+. Quando o alelo é recessivo ele é Rh-*
- E7- Ocorre em homozigose ou heterozigose em R.*
- E9-Ocorre em homozigose e heterozigose com R.*
- E10-Quando o que é + é fator Rr. Quando é negativo é rr.*
- E12-Se for RR ou Rr*
- E13-Quando dominante positivo, quando recessivo negativo.*
- E14-Quando fator de Rr e quando é negativo é RR*
- E15, E23-Quando o gene é positivo, o fator é RR, quando negativo o fator é rr.*
- E16, E17, E20, E22, E24-Quando o gene é positivo o fator é Rh, quando o gene é negativo o fator é RR.*
- E18-Se for RR ou Rr é dominante positivo, se for rr é recessivo negativo.*
- E19-Se for RR é negativo, se for Rr é positivo.*
- E21-Quando que o gene é positivo o fator é Rr, quando é negativo o fator é RR.*

Ao verificarmos os resultados do roteiro de bordo ainda do **tema 12- Fator Rh no sistema ABO** (Subcategoria 4, quadro matricial 2), percebemos que para os estudantes as questões que envolvem a genética do fator Rh nos grupos sanguíneos ainda é uma problemática que causa algumas confusões de entendimento. O modelo didático abordou a informação da presença da proteína R ou D nas membranas da hemácias dos grupos sanguíneos (**Estação 7**) e os mesmo tinha que responder a seguinte atividade/tarefa, “ Como ocorre a dominância do fator Rh nos grupos sanguíneos?” desta forma os estudantes deveriam utilizar os conhecimentos já empregados nas relações de dominância dos alelos dos grupos sanguíneos, como ocorreu em outras estações, nesta deveriam relacionar o gene dominante “R”, seja em homozigose RR ou em heterozigose Rr, (fator Rh positivo) e o gene recessivo

“r” em homozigose “rr” (fator Rh negativo), informações que estavam apresentadas no modelo didático. Contudo ocorre uma confusão de acordo com as respostas dos educandos, tais como: *E16, E17, E20, E22, E24-Quando o gene é positivo o fator é Rh, quando o gene é negativo o fator é RR*, neste momento percebemos o quão necessário é o cuidado e a reflexão dos educadores no planejamento e critérios metodológicos na preparação e estudo dos saberes, de forma a se atentar que nem sempre conseguiremos que os nossos alunos quebrem as barreiras e consigam efetivamente serem sujeitos do saber. Nesta pesquisa podemos apontar diferentes momentos que podem ter contribuído para que alguns estudantes não tenham conseguido desenvolver as técnicas necessárias para a resolução das tarefas desta Estação e compreensão do conceito, podemos listar, o tempo, a falta de acompanhamento da turma, a necessidade de trabalho colaborativo entre os alunos.

Mesmo diante dos resultados apresentados acima, os depoimentos (tema 12, Subcategoria 4, quadro matricial 2) dos estudantes em relação a Estação que abordava o fator Rh, demonstraram a receptividade dos alunos com o material didático como podemos verificar.

E1-FANTÁSTICO!

E2- Bem louco

E4-Produtiva

E5-Gostei bastante.

E9-Fácil

E10-Foi mais fácil e completo.

E12-Sensacional!

E14-Nunca tinha ouvido falar, louco.

E15-Entendi mais sobre a dominância do Rh nos grupos sanguíneos.

E16-Interessante.

E17- Top

E18- Muito bom, porém eu já sabia.

E19- Da ora!

E20- Sensacional!

E21- Informativa.

E23- Entendi mais sobre a dominância do Rh nos grupos sanguíneos.

A quinta e última **Subcategoria 5- Estudo do quadro de Punnett na genética do Sistema ABO**, abordou o estudo do quadro de Punnett na genética do Sistema ABO, sendo elencados os resultados da pesquisa no **tema 13- Probabilidade dos Genótipos e fenótipos do sistema ABO** (Subcategoria 5, quadro matricial 2). Esta categoria tem como conceito norteador os conhecimentos de probabilidade genética dos cruzamentos de fenótipos e genótipos do sistema ABO, na realização dos exercícios de cruzamentos, no instrumento de pesquisa prévio alguns educandos não entenderam, não realizaram da maneira correta ou não fizeram a questão, mas alguns tiveram respostas assertivas. No segundo momento da pesquisa alguns estudantes desenvolveram as técnicas necessárias para a resolução das atividades e outros apresentaram erros em relação a identificação dos fenótipos e genótipos nos cruzamentos sanguíneos.

No instrumento de pesquisa prévios foi pedido para os educandos realizar a resolução do seguinte problema “Imagine que o pai de uma criança seja homozigoto para o grupo sanguíneo A e que a mãe seja heterozigota para o grupo sanguíneo B. Quais os possíveis genótipos dos grupos sanguíneos desta criança? Qual probabilidade de ocorrência de cada genótipo?” a questão abordava conhecimentos básicos de genética como homozigose e heterozigose, genótipo e fenótipo e a probabilidades, tal problema poderia ser solucionado utilizando o quadro de Punnet como veremos a seguir:

Pai= homzigoto para o grupo A = $I^A I^A$

Mãe= heterozigota para o grupo B= $I^B i$

Tabela 1: Resolução da atividade tema 13.

♂	I^A	I^A
♀	I^B	$I^A I^B$
	I	$I^A i$
	Probabilidade	50% $I^A I^B$ (AB)
		50% $I^A i$ (A)

Fonte: autoral

No instrumento de pesquisa prévio na resolução da questão que envolvia os genótipos e fenótipos dos grupos sanguíneos, **tema 13- Probabilidade dos Genótipos e Fenótipos do sistema ABO** (Subcategoria 5, quadro matricial 2) os educandos apresentaram as seguintes respostas: 12 não souberam responder ou não fizeram os exercício, 07 não conseguiram desenvolver o exercício de forma adequada, ocorrendo erros nos resultados e 05 tiveram respostas que condiziam com os resultados esperados, ou seja, 50% dos indivíduos seriam do grupo sanguíneo AB com genótipos $I^A I^B$ e 50% seriam do grupo A com genótipo $I^A i$. Como podemos ver nas respostas abaixo:

E1, E3, E4, E8, E10, E11, E17, E18, E21, E22, E23, E24- não entendi/ não sei/não fez

E2- AB 50%, Ab 50%

E5- 100% A, 50%B

E6- 25% AB, 25% A, 25% B, 25% O

E7- genótipo B, tipo sanguíneo A

E9, E14- 50% A, 50%B

E12, E13, E15, E19, E20- 50% AB, 50% A

E16- 50% AA, 50% Aa

No momento posterior quando realizada a vivência com o modelo didático, na Estação que abordava o quadro de Punnett, tema 13- Probabilidade dos Genótipos e Fenótipos do sistema ABO (Subcategoria 5, quadro matricial 2) os estudantes tinham por objetivo realizar novamente uma atividade/tarefa que utilizasse fenótipos e genótipos de supostos pais e mães e com auxílio do quadro de Punnett realizaram as possibilidades de cruzamentos que poderiam

ocorrer e suas probabilidades. Os educandos então realizaram cruzamentos escolhendo aleatoriamente os supostos pais, e anotando no roteiro de bordo os seus genótipos e fenótipos. de acordo com os bonequinhos dos grupos sanguíneos escolhidos ($I^A I^A$, $I^A i$, $I^B I^B$, $I^B i$ ou ii), desta forma trocaram ideias com os colegas e tiveram a oportunidade de fazer de diferentes formas os cruzamentos com as possibilidades percentuais dos possíveis tipos sanguíneos que poderiam ocorrer de acordo com as informações genéticas dos pais. Com auxílio do roteiro de bordo os estudantes foram anotando os resultados, que se apresentaram das seguintes formas, no **tema 13- Probabilidade dos Genótipos e fenótipos do sistema ABO** (Subcategoria 5, quadro matricial 02):

E1- mãe $I^B I^B$, pai ii , $I^B i$, $I^B i$, $I^B i$, $I^B i$, 100% B (heterozigoto).

E2- mãe $I^B I^B$, pai ii , $I^B I^B$, $I^B i$, ii (25%, 50%, 25%).

E3- mãe $I^B i$, pai $I^A i$, A, B, AB, e O (25% para todos).

E4- mãe $I^B I^B$, pai $I^B i$, $I^B I^B$, $I^B i$, ii (50% B e 50% i).

E5- mãe $I^B I^B$, pai $I^B i$, $I^B I^B$, $I^B i$ e ii (25%, 50%, 25%).

E6- mãe $I^A i$, pai ii , $I^A i$ e ii , 50% para cada.

E7- mãe $I^A I^B$, pai $I^A i$, 25% para todos.

E8- mãe $I^B I^B$, pai $I^B i$, $I^B I^B$, $I^B i$ e ii , 25%, 50%, 25%.

E9- mãe $I^A I^B$, pai $I^A i$, $I^A I^B$, $I^A i$, $I^B i$, ii , 25% de cada.

E10- mãe $I^A i$, pai ii , $I^A I^A$, ii , 50% .

E11- 25% para cada genótipo.

E12- mãe $I^B I^B$, pai ii , 100%B.

E13- mãe $I^A i$, pai ii , 50% ii e 50% $I^A i$.

E14- 50% I^A e 50% ii .

E15- mãe $I^B I^B$, pai ii , $I^B i$, $I^B i$, $I^B i$, 100% B heterozigoto.

E16- $I^B I^B$, ii , A e O.

E17- mãe $I^B I^B$, pai ii , 100%B.

E18- mãe $I^B I^B$, pai ii , 100%B.

E19- mãe $I^B I^B$, pai ii , 100%B.

E20- $I^B I^B$, ii / $I^B I^B$, $I^B I^B$, 100%B.

E21- 50% IA e 50% ii , A e O.

E22- mãe $I^B i$, pai ii , $I^B I^B$, 100% heterozigoto.

E23- $I^A I^B$ (25%), I^A (25%), 25% para todos.

E24- $I^B I^B$, (25%), $I^B i$ (50%), ii (25%).

Podemos observar que ao realizarem o exercício no modelo didático (**Estação 5**), a maioria dos estudantes realizaram os cruzamentos dos genótipos dos grupos sanguíneos de maneira correta, ocorreram poucos erros de interpretação de dados, como no caso das porcentagens dos genótipos. Percebemos como foi significativo os resultados nesta estação, pois analisando com o momento posterior ocorreu uma evolução muito grande em relação a mesma a tarefa do instrumento de pesquisa prévio, onde apenas cinco estudantes haviam conseguido responder a tarefa de acordo com os conhecimentos necessários.

Diante dos resultados do **tema 13- Probabilidade dos Genótipos e Fenótipos do sistema ABO** (Subcategoria 5, quadro matricial 02) potencializamos nossa pesquisa pela relevância do aprendizado por meio do material didático, a Estação que abordava o quadro de Punnett.

Tanto aqui neste tema como nos demais ao longo da pesquisa percebemos a ação do professor no processo da Transposição Didática Interna (TDI), momento em que o professor realiza a transposição didática dos saberes, do *Saber a ser Ensinado* para o *Saber Ensinado*, este último que por meio da interação do professor com os alunos é transformado. Este processo pedagógico realizado em sala de aula e mediado pelo professor por meio de seu plano de ensino é o momento em que o professor é o responsável pelo movimento de ressignificação dos saberes (MARANDINO, et al, 2016).

Em consonância aos mecanismos de transposição didática interna, os modelos didáticos são alternativas metodológicas para transpor os conhecimentos abstratos em conhecimentos mais próximos a realidade do estudante, o uso de modelos didáticos no ensino de Ciências e Biologia pode tornar as aulas mais atrativas na consolidação do aprendizado. Segundo Temp (2011) vários autores apontam a utilização de modelos didáticos como formas produtivas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, apontando que tais alternativas metodológicas podem resultar em momentos diferenciados dentro de sala de aula, sendo um ato modificador dos esquemas tradicionais de ensino, fazendo com que os alunos sejam mais estimulados nas aulas, os deixando atentos e curiosos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa foi alicerçada pelo objetivo de investigar a influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO por meio de uma sequência didática no ensino e aprendizagem da genética de educandos do ensino médio de uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul e ao longo desta investigação nos deparamos com muitas reflexões e conclusões a respeito das transformações que os saberes sofrem até sua chegada em sala de aula.

Interpretamos e analisamos as influências do material didático desenvolvido para o ensino da genética do Sistema ABO, e por meio da Transposição Didática, da Teoria Antropológica do Didático, dos Momentos de Estudo (CHEVALLARD, et al, 2001) e dos preceitos Freirianos nos debruçamos nos nossos referenciais teóricos para desenvolvimento, construção, interpretação e análises das investigações com professores de Biologia e estudantes do Ensino Médio que contribuíram substancialmente com o desenvolvimento do modelo didático e da sequência didática que tinha seu âmago a transposição dos saberes sobre o sangue e genética do sistema ABO.

Iniciamos nossa pesquisa pelas inferências dos professores de Biologia sobre o fazer pedagógico e por meio de suas contribuições pudemos aprimorar nossa pesquisa para o desenvolvimento do modelo didático, as inferências dos professores de Biologia oportunizou a visualização dos desafios que os professores enfrentavam em sua vida laboral que se referiam à genética do sistema sanguíneo ABO e aspectos da genética básica, isto é, relacionados a compreensão da compatibilidade, cruzamentos e as questões ligadas a hereditariedade, que muitas vezes levam os alunos a pensamentos equivocados sobre o sangue como, por exemplo, ser o principal fator de herança genéticas nos indivíduos. Afim de minimizar tais problemas os professores sugeriram que materiais didáticos deveriam ser desenvolvidos para auxiliar o ensino da genética do sistema ABO e os temas elegidos foram aqueles que contemplavam conteúdos tais como, compatibilidade sanguínea, cruzamentos genéticos e a associação dos tipos sanguíneos com os aglutinogênios e aglutininas. Uma menção importante em relação aos depoimentos dos professores foi a carência de material de apoio e insumos em geral nas escolas, mesmo as que têm disponibilidade de laboratórios, o leva em algumas situações até mesmo ao investimento particular dos docentes.

A pesquisa apontou as dificuldades que os professores de Biologia enfrentam no dia a dia escolar, como a falta de compreensão dos estudantes ao conteúdo estudado, que pode levar ao desinteresse sobre o tema, bem como, a questão de indisciplina, como o uso

excessivo de celulares durante as aulas. Frente as dificuldades relatadas percebemos a quão árdua é a rotina dos professores do Brasil. As pesquisas que oferecem oportunidade de voz aos professores, agentes de transposição dos conhecimentos, são primordiais para educação científica dos estudantes e para conhecermos a realidade das escolas do ensino básico brasileiras.

As pesquisas com os estudantes o Ensino Médio apontaram muitas reflexões as quais nos estimulam a permanecer realizando pesquisas que desenvolvam nova possibilidades de didáticas de ensino de Biologia, pois vivenciamos o quanto foi estimulante o desenvolvimento do material didático, não esperávamos que os resultados seriam tão empolgantes no que se refere a transformação dos conhecimentos dos estudantes e da nossa parte como aprendizes constantes.

Na observação das análises das resposta prévias e posteriores dos estudantes acerca dos temas que envolviam a genética dos Sistema ABO e as transformações quando da realização da vivencia com o modelo didático “Estações da Genética do Sistema ABO” nos deparamos com muitas inquietações e ao passo que nos colocávamos frente aos problemas de aprendizagem dos alunos íamos nos colocando como agentes primordiais para transformação de algumas lacunas. Assim fomos realizando as “Estações” para a contemplação de todos os tema que os estudantes haviam apresentado alguma dificuldade, e acabamos por desenvolver 10 Estações, as quais nos levou muitos meses de desenvolvimento, mas que hoje ao término ficamos muito felizes e orgulhosas de não ter desistido em nenhum momento ou ter parado no meio do caminho.

Os temas das Estações da Genética dos Sistema ABO fizeram parte de uma transformação de saberes, e por meio do modelo didático e sequência didática percebemos a relevância da atuação e organização do professor no processo de ensino e aprendizagem dos educandos. Em vários momentos ocorreram mudanças de concepções conceituais, como no caso das aglutininas e aglutinogênios do sistema sanguíneo ABO, que com o auxílio do modelo didático os educandos identificaram a relação dos aglutinogênios e aglutininas nos grupos sanguíneos, elencando em suas respostas as possibilidades de aglutinogênios e aglutininas que podem ser encontrados no sistema ABO. Destacamos também a influência da pesquisa nas ações de cidadania como por exemplo da Estação que abordava a doação de sangue em que todos os estudantes relataram sua vontade de ser doador de sangue e a importância deste ato para a sociedade.

A vivência com o modelo didático também oportunizou conhecimentos sobre as relações de doador e receptor nos grupos sanguíneos, alelos múltiplos, dominância e

codominância, que são muito importantes para a promoção a alfabetização científica e dos conhecimentos básicos de genética para a formação cidadã e transformam os saberes dos alunos. As relações entre genótipos e fenótipos foram muito bem apreendidas pelos educandos e percebemos como o modelo didático e sua sequência didática foi fundamental para apropriação de conhecimentos, uma vez que os conceitos foram se transformando ao longo da vivência didática com o modelo.

No que se refere ao impacto que tal estudo trouxe ao nosso fazer pedagógico enquanto professores em sala de aula e relação da Transposição Didática Interna, ou seja, permitindo ao professor elaborar, reelaborar e construir momentos didáticos e pedagógicos em sala de aula como agente transformador e motivador das transformações dos saberes. O emprego de modelos didáticos e sequências didáticas, frente a realidade observada nos estudos desta pesquisa constituiu alternativa metodológica com potencial para promover o ensino da genética do sistema ABO de forma colaborativa com os alunos e destes com os professores favorecendo as práticas didáticas dos educadores de Biologia e auxiliando na superação dos desafios presentes em escolas do Brasil.

Nossas perspectivas futuras almejam o auxílio aos professores e estudantes no processo de aprendizagem e ensino por meio do produto educacional desenvolvido, oferecendo as escolas e aos professores interessados, oficinas para utilização do material, e quem sabe até a investigação de novos materiais de apoio para o ensino e aprendizagem por meio da modelização didática. Nosso intuito é fomentar e divulgar as pesquisas que tornem possível a autonomia, reflexão e criatividade dos estudantes e dos professores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. B. S.; CALDERA, A. M. A. O modelo de DNA e a Biologia Molecular: inserção histórica para o Ensino de Biologia. *Rev. Filosofia e História da Biologia*, v. 4, p. 139-165, 2009. Disponível em: < <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-05-Mariana-Andrade-Ana-Maria-Caldeira.pdf>>. Acesso em: novembro 2016.
- ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **In: 10-ENFOPE. Encontro Internacional de Formação de Professores/ 11-FOPIE. Fórum Permanente Internacional de Inovação Educacional.** Aracajú/SE. Universidade Tiradentes. 2017. Disponível em: < <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/4710/1566>>. Acesso em: setembro 2017.
- ARRUDA, E. H. P.; LEÃO, M. F.; VALERIO, L.; PUERTAS, T. R. Compreensão sobre tipagem sanguínea entre os acadêmicos de farmácia de uma universidade de Tangará da Serra/MT. *Revista Destaques Acadêmicos*, CCBS/UNIVATES, v. 7, n. 3, 2015. Disponível em: www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/download/486/478 . Acesso em: setembro 2017.
- BACHELARD. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRETO, G.S. Transfusão de Sangue: Do Doador ao Paciente/Caso Cuibá-MT. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 1,v.8, p.276-314. Setembro de 2016. ISSN.2448-0959.
- BATISSOCO, A. C.; NOVARETTI, M. C. Z. Aspectos moleculares do Sistema Sanguíneo ABO. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* [online]. 2003, v.25, n.1, p. 47-58. ISSN 1516-8484. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-84842003000100008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: agosto de 2017.
- BATISTA FILHO, A. et al. Transposição Didática no Ensino de Ciências: Facetas de uma escola do campo de Parintins/AM. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. Manaus. v. 5, n. 8, p.71-82, jan-jul, 2012.
- BATISTELI, C. B.; CALUZI, J. J.; ARAÚJO, E. S. N.; LIMA, S. G. A Abordagem Histórica do Sistema de Grupo Sanguíneo ABO no Livros Didáticos de Ciências e Biologia. **In: VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências.** 2007.Anais. Florianópolis/SC. p. 01-10. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p818.pdf>>. Acesso em: janeiro 2017.
- BELTRAMINI, L. M.; OLIVEIRA, T. H. G.; SANTOS, N. F. O DNA: uma sinopse histórica. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, v. 1, p. 1-16, 2004.
- BITTENCOURT, L.P.; STRUCHINER, M. A articulação da temática da doação de sangue e o ensino de biologia no Ensino Médio: uma pesquisa baseada em design. *Cienc. Educa*, Bauru, v.21, n.1, p.159-176, 2015.

BOUSQUET, H.M.; ALELUIA, I.R.; LUZ, L.A. Fatores decisivos e estratégias para captação de doadores em hemocentros: revisão da literatura. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**. Salvador, v.17, n.1, p.84-88, jan/abr.2018.

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. 21 p.

BRITO MENEZES, A. P. de A. **Contrato didático e transposição didática: inter-relações entre os fenômenos didáticos na iniciação à Álgebra na 6ª série do ensino fundamental**. 2006. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Recife, 2006.

CALDEIRA, A.; NABUCO, E.S.N.; organizadoras. **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

CARMO, E. M.; MELO, J. M. Investigações sobre ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões Sobre as Publicações Científicas. **Rev.Ciência & Educação**, 2009, v. 15, pg. 593-611. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000300009> . Acesso: junho 2016.

CARNEIRO, R. P. Reflexões acerca do processo ensino-aprendizagem na perspectiva freireana e biocêntrica. **Revista Thema**. 09 (02), 2012.

CAVALCANTE, D.D.; SILVA, A.F.A.S. Modelos didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. **IN: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. UFPR, 21 a 24 de julho de 2008. Curitiba/PR. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>>. Acesso em outubro de 2018.

CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en La teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. v. 19, n. 2, 1999, p 239-243.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. Buenos Aires: Aique. 1991.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor. 2005.

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M.; GASCÓN, J. **Estudar Matemáticas - O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Editora Artmed, 2001.

CID, M.; NETO, A. Dificuldades de Aprendizagem e Conhecimento Pedagógicos do Conteúdo: o caso da Genética. **Enseñanza de las Ciencias**. 2005. Número Extra. VII Congresso. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf > . Acesso: abril 2016.

DIOGO, R.C.; OSÓRIO, A. S.; SILVA, D. R. R. A Teoria Antropológica do Didático: Possibilidade de Contribuição ao Ensino de Física. In: **VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Anais. Florianópolis/SC, 2007.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia da Esperança**. São Paulo, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P.R.N. **Conscientização**. São Paulo: Moraes, 1980.

FREIRE, P.R.N. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro. Paz e Terra. 1975.

FREIRE, P.R.N. **Pedagogia do oprimido**. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FUTUYMA, D. J. **Evolution** (2nd Ed.). Sunderland, MA: Sinauer, 2009.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GRIFFITHS, A.J.F et al. **Introdução à genética**. 11. ed.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HOFFBRAND, A.V. **Fundamentos de Hematologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

JARDIM, M. A. **Transposição didática: O conceito de som nos cursos de Arquitetura de Campo Grande – Mato Grosso do Sul**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

JORDE, L. B. et al. **Genética médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

JUNIOR VINHOLI, A, J.; GOBARA, S, T. Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular. **REEC: Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. ISSN-e 1579-1513. v, 15, n. 3, p, 450-475. 2016. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5657316> >. Acesso em: setembro 2017.

JUSTINA, L.A.D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi**. 2006; 10(2): 35-40.

KRAL LANDSTEINER SOCIETY. **Background: Dr. Karl Landsteiner - Physician and bacteriologist**. Disponível em: < <http://www.karl-landsteiner.at/background.html>>. Acesso em: agosto de 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ªed. rev .e ampl, 2ªed.- São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2008.

LEWIS, Ricki. **Genética humana: conceitos e aplicações**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

MACHADO, V. M. Contribuições dos momentos de estudo para o ensino de ciências/biologia segundo a teoria antropológica do didático. **In: X ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP – 2015. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0825-1.PDF>>. Acesso em: julho 2016.

MALFERRARI, C.A. **DNA: o segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MARANDINO, M. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciências. *História, Ciências, Saúde- Manguinhos*, v.12 (suplemento), p. 161-81, 2005.

MARANDINO, M. **Por uma didática museal: propondo bases sociológicas e epistemológicas para análise da educação em museus**. (Tese de Livre Docência) Faculdade de Educação-Universidade de São Paulo- USP. 2011.

MARANDINO, M.; BUENO, J.; GOMES, F. O.; KRISTEL, F. L.; OLIVEIRA, A. Os usos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático para o estudo da educação em museus de ciências. *Rev. Labore Ensino de Ciências*, v.1, n.1, p.69-97. 2016.

MARANDINO, M.; RODRIGUES, J.; SOUZA, M. P.C. Discutindo o conceito de célula em materiais didáticos para o estudo da transposição didática na formação de professores. *Revista da SBEnBIO*, n. 07, outubro de 2014. Disponível em: < <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R1022-1.pdf>> . Acesso em: setembro 2017.

MARQUES, D. N. V.; FERRAZ, D. F. **O Uso de Modelos Didáticos no Ensino de Genética em uma Perspectiva Metodológica Problematizadora**. 2008. Trabalho final (Programa de Desenvolvimento Educacional) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Disponíveis em: < www.academia.edu/4784420/O_Uso_de_Modelos_Did%C3%A1ticos_no_Ensino_de_Gen%C3%A9tica_em_uma_Perspectiva_Metodol%C3%B3gica_Problematizadora >. Acesso em: setembro 2017.

MARTINS. L.A.P. O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: A teoria dos idioblastos de O. Hertwig. *Rev. Filosofia e História da Biologia*. v.6, n.2, p. 269-290, 2011. Disponível em: < <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-6-2/FHB-6-2-06-Lilian-Al-Chueyr-Pereira-Martins.pdf> >. Acesso em: novembro 2016.

MARTINY, L. E.; SILVA, P.N.G. A transposição didática na educação física escolar: a reflexão na prática pedagógica dos professores em formação inicial no estágio supervisionado. *Revista de Educação Física UEM*. v.25, n.1.p.81-94, 1. Trim 2014.

MATOS FILHO, M. A. S.; MENEZES, J. E.; SILVA, R. S.; QUEIROZ, S. M. A transposição didática em chevallard: as deformações/transformações sofridas pelo conceito de função em sala de aula. **In: Congresso Nacional De Educação/EDUCERE da PUCPR**, 8. 2008, Curitiba. Anais. Curitiba: PUCPR, 2008. Disponível em: www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais . Acesso em: julho 2017.

MEDEROS, L.E.A.; ÁLVAREZ, P.B. Genética poblacional para el sistema sanguíneo ABO en una población con malaria endémica. **Correo Científico Médico de Holguín**. ISSN 1560-4381 CCM 2014; 18 (1).

MENDES, H. L. Análise Praxeológica de livro didático de matemática referente ao estudo de números binários. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**. Florianópolis, v. 10, n.1, p-199-219, 2015. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2015v10n1p199>> . Acesso em: abril 2017.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MOTTA, P.A.; SIMMONS, M. J; SNUSTAD, D.P. **Fundamentos de genética** – 4.ed- Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MOURA, C.B. **A precarização do trabalho docente nas escolas estaduais paulistas**. MRC Laboratory of Molecular Biology. **1962 Physiology or Medicine Prize – Francis Crick & Jim Watson**. Disponível em: < <http://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/achievements/lmb-nobel-prizes/1962-francis-crick-james-watson/>>. Acesso em: agosto 2017.

NAGUMO, E.; TELES, L, F. O uso de celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. v. 97, n. 246, p. 356-371. Brasília. maio/ ago. 2016. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2176-66812016000200356&script=sci_abstract&lng=pt> . Acesso em: setembro 2017.

NETO, J.E.S.; SILVA, F.C.V.; SILVA, P.N. A transposição didática do conteúdo de reações orgânicas. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**. Bogotá. Colômbia. e-ISSN: 2346-4712, v. 10, n. 2, pp. 35-48. 2008. Disponível em: <<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/8446/11138>> .Acesso em: junho 2016.

NEVES, K. C. R.; BARROS, R. M. O. Diferentes olhares acerca da transposição didática. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**. v 16(1), p. 103-115, 2011. Disponível em: < http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2011/quimica_artigos/dif_olhares_transp_did_art.pdf> Acesso em: agosto 2017.

OLIVEIRA, R. P. A.; AMARAL, E. M.; CELESTINO, A. Desenvolvimento de sequências didáticas interdisciplinares com professores do ensino médio da rede pública do estado de pernambuco: perspectivas e desafios. **Cadernos de Graduação - Ciências Humanas e Sociais Facipe**. Recife, v. 1, n.1, p. 47-55. agosto 2013. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/facipehumanas/article/viewFile/1051/460>. Acesso em: setembro 2018.

OTTO, P. G.; OTTO, P.A. & FROTA-PESSOA. **Genética humana e clínica**. São Paulo: Roca, 1998.

PEREIRA, J.R; SOUSA, C.V; MATOS, E.B; REZENDE, L.B.O; BUENO, N.X; DIAS, A.M. Doar ou não doar, eis a questão: uma análise dos fatores críticos da doação de sangue. **Ciência & Saúde Coletiva**. 21(08): 2475-2484, 2016. Disponível em:< https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232016000802475&lang=pt> . Acesso em: julho 2018.

PIERCE, B. A. *Genética: um enfoque conceitual*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

ROSA, C. A. P. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico** / Carlos Augusto de Proença. — 2ª edição, vol. 1 — Brasília: FUNAG, 2012.

SANTOS et al. Realidade e tendências no Ensino de Biologia no Brasil: Análise de conhecimento vocabular em fragmento de livro didático por estudantes de 1º ano do ensino médio. **Revista virtual de Estudos de Gramática e Linguística do Curso de Letras da Faculdade de Tecnologia IPUC-FATIPUC**. ISSN 2317-2320, Canoas, v.2, n.1, p.32-48, jan-jul.2014.

SED, **Referencial Curricular da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul Ensino Médio**. Estado de Mato Grosso do Sul, 2012.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. **In: VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis/ SC: 2009. Disponível em: < <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viipec/pdfs/1751.pdf> > . Acesso em: agosto 2017.

SHEID, N. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Rev. Ciência & Educação** (Bauru) [online] 2005. (Mayo-Agosto). Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019516006>> ISSN 1516-7313. Acesso em: setembro 2017.

SILVA, C. C.; KALHIL, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. **Revista Ciência e Educação**, v. 23, n.1, p. 125-140, 2017. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000100125&script=sci_abstract&tlng=pt > . Acesso em: agosto 2017.

SILVA, R.A.; SOUZA, A.V.V.; MENDES, S.O.; MEDEIROS, M.O. Variabilidade dos sistemas de grupos sanguíneos ABO e Rh em mulheres doadoras de sangue em Primavera do Leste-MT. **Revista Biodiversidade**, v.10, n.1, 2011. Disponível em: < <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/429/393> > . Acesso em: julho de 2018.

SILVEIRA, F. S. S. **Uma contribuição para o ensino de Genética**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). PUCRS, Porto Alegre. 123f. Fac. De Física, 2008. Disponível em: < <http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3036> >. Acesso em: agosto 2017.

TEMP. D, S. Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Santa Maria/RS. Centro de ciências naturais e exatas. 2011.

THOMPSON, J. S.; THOMPSON, M. W. **Genética médica**. 3. ed Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B. R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. Porto Alegre. 10 ed. Artmed, 2012.

TRISTRAM G, **Imunologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2015.

VALENTE, W. R. A matemática escolar: epistemologia e história. **Revista Educação em Questão**. v.23, n.9, p. 16-30. 2005. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/8340> > . Acesso em: julho 2016.

WAGNER, R. R. A relação dos professores de matemática com o processo de transposição didática, pelo entendimento da interdisciplinaridade, da contextualização e da complexidade do conhecimento. **Dissertação** (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. (2006).

WECKERLIN, E. R.; MACHADO, V. M. A Teoria da Transposição Didática: uma análise de periódicos CAPES na área do ensino de ciências. In: **IX ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia/MG: 2013. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0773-1.pdf> > . Acesso em: junho 2016.

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

APÊNDICE

Instrumento de pesquisa prévio - alunos

Caro (a) aluno (a),

Este questionário é parte da pesquisa “ Estações da genética do Sistema ABO: uma proposta para o ensino de Biologia, trabalho de mestrado e suas respostas são muito importantes para este estudo. Por favor, responda as questões abaixo de acordo com seus conhecimentos.

Desde já agradecemos sua colaboração.

1. O que é o sangue? Qual a função do sangue? Você já pensou por que o sangue é vermelho?
2. Quais os tipos sanguíneos nos seres humanos?
3. O que são os aglutinogênios (antígenos) presentes nas hemácias? Quais aglutinogênios você conhece?
4. O que são as aglutininas (anticorpos) do sistema sanguíneo? Quais aglutininas você conhece?
5. Onde estão localizados os genes correspondentes ao genótipo do sistema ABO?
6. Imagine que o pai de uma criança seja homocigoto para o grupo sanguíneo A e que a mãe seja heterocigota para o grupo sanguíneo B. Quais os possíveis genótipos dos grupos sanguíneos desta criança? Qual probabilidade de ocorrência de cada genótipo?
7. -Como funciona a transfusão de sangue entre pessoas? Quais tipos sanguíneos podem doar ou receber sangue? Você sabe o que é compatibilidade?
8. Qual tipo sanguíneo é doador universal? Qual tipo sanguíneo é receptor universal? Procure explicar com suas palavras.
9. Você sabe o que são alelos múltiplos, codominância e dominância completa no sistema ABO?
10. Ao estudar o sangue você sabe o que são os genótipos e os fenótipos dos tipos sanguíneos?
11. Qual sua opinião sobre a doação de sangue? Qual a importância deste ato para a sociedade? Você seria voluntário para doação de sangue?

12. O que você conhece sobre o fator Rh? O fator Rh tem influência no tipo sanguíneo?

13. Imagine que você quer saber seu tipo de sangue. Você sabe como é feito este exame?

14. Você conhece alguma doença relacionada ao sangue? Se souber comente sobre as causas das doenças?

Instrumento de pesquisa - professores

Caro (a) professor (a),

Este questionário é parte da pesquisa “ Estações da genética do Sistema ABO: uma proposta para o ensino de Biologia”, trabalho de mestrado e suas respostas são muito importantes para este estudo. Por favor, responda as questões abaixo de acordo com sua vivência de docência.

Desde já agradecemos sua colaboração.

01- O ensino de genética é um dos conteúdos na Biologia com certo nível de dificuldade e compreensão pelos alunos, entre esses conhecimentos temos a genética do sistema ABO, na sua opinião quais as dificuldades dos alunos no entendimento deste conteúdo?

02- Prezado professor quais suas sugestões de abordagens a serem discutidas no estudo da genética do sistema sanguíneo para construção de um material didático sobre o tema?

03. Na escola em que trabalho existem materiais didáticos além do livro para trabalhar temas como a genética? E quanto a presença de laboratórios, na sua escola há laboratórios de biologia? Se houver nos fale sobre o uso laboratório.

04. Na sala de aula, em sua rotina de trabalho, quais desafios você enfrenta na escola e na interação com os alunos?

ESTAÇÕES DA GENÉTICA DO SISTEMA ABO**ROTEIRO DE BORDO****Conhecendo as estações**

ALUNO: _____

TURMA: _____

1º ESTAÇÃO- O SANGUE

O que é sangue?

Seu depoimento sobre esta estação:

2º ESTAÇÃO – OS GENES ABO

Onde estão os genes ABO?

Seu depoimento sobre esta estação:

3º ESTAÇÃO- GENÓTIPO E FENÓTIPO

Quais são os fenótipos dos grupos sanguíneos?

Quais são os genótipos dos grupos sanguíneos?

Seu depoimento sobre esta estação:

4º ESTAÇÃO – ALELOS MÚLTIPLOS, DOMINÂNCIA E CODOMINÂNCIA

Quais são os alelos múltiplos do Sistema ABO?

Como ocorre a dominância e codominância no sistema ABO?

Seu depoimento sobre esta estação:

5º ESTAÇÃO – O QUADRO DE PUNNETT

Escolha um pai e uma mãe e encaixe os alelos fornecidos para cada um, ou seja, a mãe (♀) a esquerda do quadro e o pai (♂) no canto direito superior do quadro. Anote o genótipo do pai e da mãe escolhidos.

Quais os genótipos e suas probabilidades?

Quais os fenótipos e suas probabilidades?

Seu depoimento sobre esta estação:

6º ESTAÇÃO- AGLUTINOGÊNIOS E AGLUTININAS

Quais os aglutinogênios dos grupos sanguíneos?

Quais as aglutininas dos grupos sanguíneos?

Seu depoimento sobre esta estação:

7º ESTAÇÃO- FATOR Rh

Como ocorre a dominância do fator Rh nos grupos sanguíneos?

Seu depoimento sobre esta estação:

8º ESTAÇÃO- QUADRO RESUMO ABO

Quais os conhecimentos presentes no quadro?

Seu depoimento sobre esta estação:

9º ESTAÇÃO- COMPATIBILIDADE SANGUÍNEA

Complete em relação ao doador:

A pode doar para: _____

B pode doar para: _____

AB pode doar para: _____

O pode doar para: _____

De acordo com a compatibilidade sanguínea qual grupo sanguíneo é o doador universal e qual é o receptor universal?

Seu depoimento sobre esta estação:

10º ESTAÇÃO- DOAÇÃO DE SANGUE

Qual a sua opinião sobre a doação de sangue? Você seria um doador?

Seu depoimento sobre esta estação:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO I

Convidamos você para participar da Pesquisa “**Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia.**” sob a responsabilidade da pesquisadora Angelita Leal de Castro Fonseca, aluna do curso de Mestrado em Ensino de Ciências de Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti. Nesta pesquisa pretendemos avaliar em uma oficina um modelo que representará alguns conhecimentos sobre o sangue e os grupos sanguíneos. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é verificar se um modelo de ensino os grupos sanguíneos é válido para aprendizagem dos alunos nos conhecimentos de Biologia mais especificamente na herança dos grupos sanguíneos.

Para esta pesquisa adotaremos o (s) seguinte (s) procedimento (s): Você participará da pesquisa respondendo questionários e participando de uma oficina didática sobre a temática dos grupos sanguíneos.

Aconselha-se que leia cuidadosamente o termo, e caso tenha qualquer dúvida questione a pesquisadora responsável.

A minha participação no referido estudo será no sentido de responder questionários sobre o sistema sanguíneo ABO e participar de oficinas com a utilização de um material didático sobre o tema. Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: conhecimentos sobre a genética do sistema ABO, informações a respeito da doação de sangue e doenças relacionadas ao fator Rh e momentos de descontração através de um material lúdico.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, estou ciente do risco de não me sentir à vontade para trabalhos em grupos na sala de aula. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador a equipe do estudo, este material será guardado durante 5 anos e após este período será descartado pela Pesquisadora Responsável. Contribuindo para o sigilo de sua identidade, a sua identidade será resguardada e substituída por números. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com a pesquisadora Angelita no e-mail angelitalcf@hotmail.com e telefone: 067 981519628. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Assinatura do (a) participante

Angelita Leal de Castro Fonseca
Pesquisadora responsável

Campo Grande, ____ de _____ 2017.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO II

Convidamos você para participar da Pesquisa “**Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia.**” sob a responsabilidade da pesquisadora Angelita Leal de Castro Fonseca, aluna do curso de Mestrado em Ensino de Ciências de Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti. Nesta pesquisa pretendemos avaliar em uma oficina um modelo que representará alguns conhecimentos sobre o sangue e os grupos sanguíneos. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é verificar se um modelo de ensino os grupos sanguíneos é válido para aprendizagem dos alunos nos conhecimentos de Biologia mais especificamente na herança dos grupos sanguíneos.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. A minha participação no referido estudo será no sentido de responder questionários sobre o sistema sanguíneo ABO e participar de oficinas com a utilização de um material didático sobre o tema. Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: conhecimentos sobre a genética do sistema ABO, informações a respeito da doação de sangue e doenças relacionadas ao fator Rh e momentos de descontração através de um material lúdico.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas *dúvidas*. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com a pesquisadora Angelita no e-mail angelitalcf@hotmail.com e telefone: 067 981519628. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Assinatura do (a) Participante

Angelita Leal de Castro Fonseca
Pesquisadora responsável

Campo Grande, ____ de _____ 2017.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO III

Convidamos você para participar da Pesquisa “**Estações da Genética do Sistema ABO: Uma proposta para o ensino de Biologia.**” sob a responsabilidade da pesquisadora Angelita Leal de Castro Fonseca com orientação da Professora Ester Tartarotti, a pesquisa pretende investigar a vivência de um modelo didático sobre o sistema ABO em oficinas para alunos do terceiro ano do ensino médio. Aconselha-se que leia cuidadosamente o termo, e caso tenha qualquer dúvida questione a pesquisadora responsável. Este projeto tem como finalidade investigar a influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO no ensino de genética dos educandos do ensino médio, para tanto serão convidados entre 50 a 60 alunos que estejam cursando o terceiro ano do ensino médio e os professores da disciplina de Biologia.

Sua participação é voluntária, você decide se participara ou não, e se dará por meio de questionários com perguntas sobre a sua vivencia pedagógica no ensino de biologia e opiniões sobre a oficina didática. A aplicação dos questionários ocorrerá em horário estabelecido por você de acordo com a sua disponibilidade. As respostas obtidas no questionário serão tratadas na dissertação da pesquisadora responsável com sigilo total de sua identidade.

Depois de consentir em sua participação o (a) participante (a) poderá desistir, retirando seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes, durante ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Você não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador a equipe do estudo, este material será guardado durante 5 anos e após este período será descartado pela Pesquisadora Responsável. Contribuindo para o sigilo de sua identidade, a sua identidade será resguardada e substituída por números. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com a pesquisadora noe-mailangelitalcf@hotmail.com e telefone: 067 981519628. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Assinatura do (a) participante

Angelita Leal de Castro Fonseca
Pesquisadora responsável

Ester Tartarotti
Orientadora Responsável

Campo Grande, ____ de _____ 2017.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO IV

_____, idade _____, neste ato representado por mim,
 _____, idade _____, grau _____ de
 parentesco _____ RG _____, est

á sendo convidado a participar de um estudo denominado **”Estações da Genética do Sistema ABO: um proposta para o ensino de Biologia”**, sob a responsabilidade da pesquisadora Angelita Leal de Castro Fonseca, aluna do curso de Mestrado em Ensino de Ciências de Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti., cujo objetivo é investigar a influência da vivência de um modelo didático do Sistema Sanguíneo ABO na aprendizagem de genética dos educandos do terceiro ano do ensino médio.

A participação de seu dependente será no sentido de responder questionários sobre o sistema sanguíneo ABO bem como participação de oficinas no horário de aula no turno da tarde para participar e interagir um material de estudo que será desenvolvido para o ensino do conteúdo de genética dos grupos sanguíneos na disciplina de biologia.

Fui alertado de que a pesquisa a se realizar, é possível esperar alguns benefícios para o meu representado, tais como: conhecimentos sobre a genética do sistema ABO, informações a respeito da doação de sangue e doenças relacionadas ao fator Rh e momentos de descontração através de um material lúdico.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa.

Assim, podem ocorrer o risco do participante não se sentir à vontade para trabalhos com modelos didáticos que envolvem interações entre grupos. Estou ciente de que a privacidade de meu dependente, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, o (a) identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o consentimento a qualquer momento, sem precisar haver justificativa, e que, ao sair da pesquisa, não haverá qualquer prejuízo.

Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador a equipe do estudo, este material será guardado durante 5 anos e após este período será descartado pela Pesquisadora Responsável.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, autorizo a participação de _____ na referida pesquisa, estando

totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação.

Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com a pesquisadora Angelita no e-mail angelitalcf@hotmail.com e telefone: 067 981519628. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

 Assinatura do (a) responsável

 Angelita Leal de Castro Fonseca
 Pesquisadora responsável

Campo Grande, ____ de _____ 2017.

Quadro Matricial 2: Investigação Professores de Biologia.

Categoria 1: Desafios do ensino da genética do Sistema ABO na concepção de professores de escolas públicas	
Conceito Norteador: As dificuldades encontradas pelos professores versão sobre os conceitos relacionados a genética, cruzamentos sanguíneos e as principais funções do sague. Há uma grande dificuldade no que se refere aos materiais disponíveis nas escolas, falta de materiais para aulas práticas, na maioria das vezes o livro didático é o único suporte para o professor. Ainda, ocorre a luta diária dos professores em manter os alunos interessados nos conhecimentos científicos, aliado a indisciplina escolar.	
Tema 1	Coletânea de respostas ¹
Dificuldades na compreensão do tema	<p>P1: Associar o genótipo ao fenótipo e realizar os cruzamentos corretamente, considerando recessivos e dominantes.</p> <p>P2: As principais dificuldades estão relacionadas a compatibilidade, cruzamentos e funções do sangue no corpo humano, bem como compreensão de que o sangue não é a característica principal de transmissão de heranças genéticas.</p> <p>P3: A maior dificuldade está em compreender os aglutinogênios e aglutininas e determinar o fator RH, por serem conteúdos abstratos e que exigem uma base muito importante da biologia celular.</p> <p>P4: Os alunos possuem a dificuldade de entender a existência ou não de uma ou duas proteínas nas células sanguíneas.</p> <p>P5: A maior dificuldade do aluno é entender o porquê das diferenças entre os grupos sanguíneos.</p> <p>P6: Em ligarem o conteúdo de genética na prática, nem todos professores vivenciam a prática.</p>
Tema 2	Coletânea de respostas ²
Sugestões de tópicos importantes para material didático de apoio	<p>P1: Cruzamento e compatibilidade</p> <p>P2: Compatibilidade sanguínea, principais doenças relacionadas ao sangue e cruzamentos.</p> <p>P3: Trazer o início da biologia celular falando de membrana plasmática e proteínas, trabalhar o significado ser positivo e negativo e suas consequências.</p> <p>P4: Talvez um modelo didático demonstrando a interação dos tipos sanguíneos (antígeno e anticorpo).</p> <p>P5: Na minha opinião precisamos começar o trabalho com a composição sanguínea para depois avançarmos até chegarmos na genética.</p> <p>P6: O maior desafio é o fato de recursos para trabalhar não com alunos normais, mas, sim especiais.</p>
Tema 3	Coletânea de respostas ³
Materiais didáticos extraclasse e laboratório na escola	<p>P1: Além do livro não há material didático para trabalhar o tema mas tentamos suprir com as aulas práticas no laboratório da escola. São duas aulas semanais e uma prática de biologia por mês.</p> <p>P2: Não, na escola em que trabalho não há material de apoio, há laboratório, mas não é equipado.</p> <p>P3: Apenas os instrumentos multimeios.</p> <p>P4: Não, existe o prédio, mas muito pouco material. Quando necessário utilizamos com recursos próprios.</p> <p>P5: Existe o auxílio da tecnologia, nossos laboratórios estão funcionando de forma parcial.</p> <p>P6: Sim! O laboratório da escola possui alguns materiais importantes, entre eles os microscópios.</p>

Tema 4	Coletânea de respostas ⁴
Desafios docentes na escola e no ensino	<p>P1: O uso excessivo do celular, a falta de interesse por assuntos científicos, a indisciplina e falta de educação de alguns.</p> <p>P2: Um dos principais desafios é manter os alunos interessados nas aulas, há muita dispersão pelo uso do celular e muitos alunos tem muitas dificuldades de acompanhar o conteúdo por falhas nos anos anteriores, principalmente na compreensão da genética por estar atreladas a conceitos e noções de estruturas celulares que são estudadas no 1º ano do ensino médio.</p> <p>P3: Dou aula no noturno por esse motivo enfrento o problema de alunos que não assistem as primeiras aulas por saírem tarde do trabalho, sofre como cansaço desses estudantes, a faltada base em biologia celular, o desrespeito com colegas e equipe pedagógica, a falta de estímulo e compressão da família, sala de aulas precárias sem carteiras descentes e ventiladores, e o descaso do governo com o ensino noturno.</p> <p>P4: Salas numerosas (números de alunos).</p> <p>P6: Os preconceitos entre os alunos e os alunos especiais, a falta de recursos para trabalhar com os alunos especiais, a falta ou demora de transporte para levar os alunos para conhecer outras instituições em laboratórios de pesquisa.</p>

Quadro Matricial 2: Quadro matricial investigação prévias e posteriores com os educandos.

Subcategoria 2: Conhecimentos sobre aglutinina, aglutinogênio e suas relações com a compatibilidade Sanguínea			
<p>Conceito Norteador: Conhecimentos sobre a presença de aglutinas e aglutinogênios no sangue, substâncias presentes nas hemácias que conferem a presença ou a ausência de proteínas A ou B, sendo principal característica para compatibilidade sanguínea nos seres humanos. No instrumento de pesquisa prévio a maioria dos educandos não soube ou não lembrou destes conhecimentos relacionados a aglutininas, aglutinogênios e compatibilidade sanguínea. No instrumento posterior após a vivência com o modelo didático os educandos em sua grande maioria atribuíram os aglutinogênios aos tipos de sangue A, B, AB e O e as aglutininas aos anti-A e anti-B. Quando a compatibilidade sanguínea os educandos apresentaram amplo conhecimento sobre a recepção e doação de sangue, a maioria respondeu que A pode doar para: A-AB,B pode doar para: B-AB, AB pode doar para: AB, O pode doar para: O-A-O-AB.</p>			
TEMAS	Coletânea de respostas pré	Coletânea de respostas pós	Coletânea de depoimentos pós
Tema 3. Aglutinogênios	<p>E1- Não sei E2- Não lembro no momento E3- Não me recordo E4- Não sei E5- Não recordo E6- Não lembro E7- Globos sanguíneos, protetores dos antígenos. E8- Não tenho conhecimento E9- Não lembro E10- São antígenos que protegem contra o anti-A e anti-B E11- Não sei responder E12- Não sei E13- Não sei responder, apesar de reconhecer esta palavra vagamente E14- ---- E15- São antígenos responsáveis pela determinação do tipo sanguíneo A, B, AB e O. E16- Substancias antigênicas. A diferente B, B diferente de A e O universal . E17- É responsável pela determinação de fenótipo sanguíneo. Não me recordo. E18- Não sei E19- Não me lembro</p>	<p>E1- A, B, i (A e B) e sem aglutigenio E2- A, B, AB E3- A, B e AB E4- A, B e AB E5- A, B, AB e O E6- A, B, AB E7- A, B, AB E8- A, B, AB E09- A, B (A e B) sem aglutinogênio E10- A, B, AB E11- AB (A e B) e sem aglutinogênio E12- A, B, AB E13- xx E14- A, B e AB E15- A=A, AB=AB, B=B, O=O E16- A, B (A e B) e sem aglutinogênio E17- A, B, AB e O E18- A, B, AB E19-— A, B, AB, sem aglutinogênio E20- AB (A e B) e sem aglutinogênio E21- Aglutinogenio A, B e AB E22- A, B, AB e O E23- A, B, AB E24- A, B, AB, O</p>	<p>E1--- E2-Fácil E3-Interessante E4-Ajudou muito E5-Legal E6-Interessante E7-Legal E8-Muito legal E9-Complicado para separar E10-Não entendo o que é aglutinação E11-Incrível E12-Facilidade em entender o que é E13-Xx E14-Muito fácil, bem didático E15-Complicada E16-Melhorou meu conhecimento sobre aglutinogênios, aglutininas. E17-Muito legal E18-Bem elaborado E19-A 1º estação que gostei de fato E20-Sensacional E21-Informativa E22-Já sabia E23-Difícil</p>

	<p>E20- Nenhum</p> <p>E21- Não faço a mínima ideia do que isso seja</p> <p>E22- São os anticorpos presente no sistema imunológico</p> <p>E23- A tipo A, B tipo B, AB tipo A e tipo B</p> <p>E24 – xxx</p>		<p>E24-Já sabia</p>
Tema 4. Aglutininas	<p>E1- São pequenas células que protege seu corpo de infecções</p> <p>E2- Não lembro</p> <p>E3- Não me recordo</p> <p>E4- Só sei que nada sei</p> <p>E5- São um tipo de proteção para compor parasitas como vírus e bactérias. Os glóbulos brancos</p> <p>E6- Não lembro</p> <p>E7- Globos de sangue, que servem como proteção</p> <p>E8- São globos que servem de massas, para proteger o corpo de bactérias e servem para proteger o sangue também.</p> <p>E9- Responsável para defender o sangue como falam “deixa ele brincar na Terra para criar anticorpos”.</p> <p>E10- Os anticorpos são para proteger o corpo de bactérias.</p> <p>E11- São os responsáveis por afastar doenças e ameaças.</p> <p>E12- É o fator positivo e negativo do sangue. Não lembro de nenhum</p> <p>E13- São defensores naturais</p> <p>E14- ---</p> <p>E15- Eles agem com os antígenos anti-A e anti-B</p> <p>E16- Não me recordo. Não conheço</p> <p>E17- São anticorpos de defesa do sangue. Não me recordo</p> <p>E18- Não lembro</p>	<p>E1- Anti B, anti A, anti (A e B) e sem aglutinogênio.</p> <p>E2- Anti B, anti A</p> <p>E2- Anti B, anti A (A e B) sem aglutinina</p> <p>E4- Anti A, anti A, anti (A e B)</p> <p>E5- Anti B, anti A e anti A, e anti B</p> <p>E6- Anti A, Anti B</p> <p>E7- A, B</p> <p>E8- A, B</p> <p>E9- Anti B, anti A (A e B) sem aglutinina</p> <p>E10- A, B</p> <p>E11- Anti B, antiA, anti AB sem aglutina</p> <p>E12- Anti A, anti B</p> <p>E13- xx</p> <p>E14- A, B</p> <p>E15- A=B, AB=(não tem), B=A, O= anti A e anti B</p> <p>E16- Anti B, anti A, anti (A e B) a sem aglutinina</p> <p>E17- Anti B, anti A,</p> <p>E18- Anti A, anti B</p> <p>E19-— Anti A, anti B, anti AB, sem aglutinogênio</p> <p>E20- AntiB, anti A, antiAB e sem aglutinina</p> <p>E21- Anti A, e Anti B</p> <p>E22-Anti B, anti A, antiA e B</p> <p>E23- Anti A e antiB</p> <p>E24- Anti A, anti B</p>	<p>E1-Xxx</p> <p>E2-Fácil</p> <p>E3-Interessante</p> <p>E4-Ajudou muito</p> <p>E5-Legal</p> <p>E6-Interessante</p> <p>E7-Legal</p> <p>E8-Muito legal</p> <p>E9-Complicado para separar</p> <p>E10-Não entendo o que é aglutinação</p> <p>E11-Incrível</p> <p>E12-Facilidade em entender o que é</p> <p>E13-Xx</p> <p>E14-Muito fácil, bem didático</p> <p>E15-Complicada</p> <p>E16-Melhorou meu conhecimento sobre aglutinogênios, aglutininas.</p> <p>E17-Muito legal</p> <p>E18-Bem elaborado</p> <p>E19-A 1º estação que gostei de fato</p> <p>E20-Sensacional</p> <p>E21-Informativa</p> <p>E22-Já sabia</p> <p>E23-Diffícil</p> <p>E24-Já sabia</p>

	<p>E19- Elas impedem que corpos estranhos entrem e sejam absorvidos na corrente sanguínea.</p> <p>E20- São sistema de defesa. nenhuma</p> <p>E21- Também não sei</p> <p>E22- Não sei</p> <p>E23- A antiB, B anti-A, AB – e O anti A e anti B.</p> <p>E24- Não sei explicar</p>		
<p>Tema 5. Compatibilidade Sanguínea</p>	<p>E1- Tipo sangue O+ compatível com todos. B pode doar para B e também dependendo do fator pode-se doar para AB. Compatibilidade é um sangue que pode ser compatível com outro ou do mesmo sangue.</p> <p>E2- Não lembro.</p> <p>Tipo A pode doar para A e AB porém só recebe do A.</p> <p>Tipo B pode doar para B e AB porém só recebe de B.</p> <p>Tipo AB só pode doar para ele mesmo, porém recebe de todos os tipos</p> <p>Tipo O pode doar para todos os tipos sanguíneos, porém só recebe dele mesmo.</p> <p>E3- A transfusão funciona com o uso de equipamentos desenvolvidos para realizar a transfusão onde é necessário a doação por parte de um determinado indivíduo. Para ocorrer a transfusão é necessário que se tenha a compatibilidade sanguínea, pois um sangue pode ser diferente do outro.</p> <p>AB- Receptores universal</p> <p>A – Doador (AB) receptor (O)</p> <p>B- Doador (AB) receptor (O)</p> <p>O- Doador universal</p> <p>E4- Não sei</p> <p>E5-xxx</p> <p>E6- O pode doar para todos</p> <p>B- Apenas para B e AB</p>	<p>E1- A pode doar para: A-AB B pode doar para: B-AB AB pode doar para: AB O pode doar para: O-A-O-AB</p> <p>E2- A pode doar para: A e AB B pode doar para: B e AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B e AB</p> <p>E3- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: O, A, B, AB</p> <p>E4- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, B, O</p> <p>E5- A pode doar para: AB e A B pode doar para: AB e B AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B e O</p> <p>E6- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: todos</p> <p>E7- A pode doar para: A B pode doar para: A,B AB pode doar para: AB</p> <p>E8- A pode doar para: A,AB B pode doar para: B, AB</p>	<p>E1-Importante</p> <p>E2-Fácil</p> <p>E3-Bom!</p> <p>E4-Foda, bem interessante.</p> <p>E5-Legal</p> <p>E6-Bom para testar nossos conhecimentos</p> <p>E7-Bom demais.</p> <p>E8-Super legal</p> <p>E9-Xx</p> <p>E10-Gostei</p> <p>E11-Produtivo.</p> <p>E12-Boa, fácil e simples.</p> <p>E13-Top.</p> <p>E14-Xxx</p> <p>E15-Topíssimo</p> <p>E16-Super incrível.</p> <p>E17-Já sabia.</p> <p>E18-Muito bom</p> <p>E19-A 1º vez que respondi sem precisar olhar a estação.</p> <p>E20-Super prestativo</p> <p>E21-Além de informativa achei muito importante.</p> <p>E22-Já sabia</p> <p>E23-Tops!</p> <p>E24-Legal</p>

	<p>A- Apenas para A e AB AB- Apenas para AB E7- Todos são compatíveis com a transfusão menos o O e não pode receber sangue dele mesmo. AB pode doar e receber sangue Compatibilidade é quando o sangue é compatível com o seu. E8- Por uma espécie de uma mangueira pequena, em um saco, todos menos O negativo, quando meu sangue foi o mesmo que com o e uma outra pessoa. E9- Não soube responder E10- A transfusão funciona para a compatibilidade do sangue, com outro sangue dos antígenos. E11- A pessoa aparece no hemocentro, responde uma série de perguntas confidenciais, realiza alguns exames e se for aprovado, a transfusão é feita. Todos. Quando o sangue é compatível com outro tipo, quando os dois “batem”. E12- Quando ocorre um acidente e alguém precisa de sangue precisa de uma transfusão. Todos. Quando alguém e algumas coisa é compatível. E13- O doador tem que ser compatível com o receptor. Todos podem doar, desde que seja como receptor. O pode doar para todos e receber A só recebe de A e O . B pode receber de O e B e AB recebe de A, B, O e AB mas só pode doar para O. E14- Não respondeu E15- O doa para todos AB recebe de todos. A doa para A e AB. E16- O doa para todos, porem só recebe de O negativo AB doa para A e B</p>	<p>AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E9- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, A, B AB pode doar para: AB O pode doar para: O, A, B, AB E10- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E11- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E12- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, B, O E13- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: O, A, AB E14- A pode doar para: A e AB B pode doar para: B e AB AB pode doar para: Para AB O pode doar para: Para todos E15- A pode doar para: A e AB B pode doar para: B e O AB pode doar para: AB E16- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E17- A pode doar para: AB e A B pode doar para: AB e B AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B e O E18- A pode doar para: AB</p>	
--	---	---	--

	<p>A só para A B só para B E- Retirando o sangue de uma pessoa e colocando em outra. Todos podem doar e receber. Quando a transferência de sangue do mesmo tipo sanguíneo. E17- Não respondeu E18- Os médicos enfiam uma agulha na veia e depois passam para outras pessoa. O pode doar para todos A pode doar para A B pode doar para B AB pode doar para A e B Quando a pessoa tem o mesmo tipo sanguíneo que o seu E19- Quem doa sangue preenche um questionário, tem que esta alimentado e passa pelo procedimento que é basicamente a retirada do sangue e o sangue passa por pesquisa para saber se está tudo certo e fica armazenado no banco de sangue até que alguém necessite da doação. A,B e O podem doar para AB todos podem receber, exceto o tipo O que só recebe dele mesmo . E20- A transfusão é realizada em um local adequado após pesquisas para descobrir o tipo sanguíneo. Todos podem receber ou doar sangue, contudo deve-se ficar atento a compatibilidade. O sangue é colocado diretamente na circulação. E21- Qualquer tipo sanguíneo pode receber o tipo O e AB pode receber A ou B, mas não ocorre o inverso disso. E22- O, A, B podem doar A, B, AB podem receber E23- Compatibilidade= o sangue x ser compatível com outro.</p>	<p>B pode doar para: AB AB pode doar para: A, B O pode doar para: A, B, AB E19- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E20- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E21- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB, O E22- A pode doar para: AB e A B pode doar para: AB e B AB pode doar para: AB O pode doar para: A e B e O E23- A pode doar para: A, AB B pode doar para: B, AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, AB e O E24- A pode doar para: AB e A B pode doar para: B e AB AB pode doar para: AB O pode doar para: A, B, O</p>	
--	---	---	--

	<p>E24- Sangue só pode ser doado para quem é compatível a aquele tipo de sangue.</p> <p>AB pode receber de si mesmo e de todos, mas não doa para ninguém. A recebe de A e de O e não doa para B e nem para O. B recebe de B e de O e não doa para A e nem para O. O universal doa para todos, mas não recebe de ninguém a não ser de si mesmo. Não sei aplicar compatibilidade.</p>		
<p>Tema 6. Doador e receptor universal</p>	<p>E1- O é doador universal, ele pode ser dado para qualquer .</p> <p>E2- O (negativo) é doador universal AB (positivo) é receptor universal</p> <p>E3- O tipo sanguíneo “O” é doador universal por não apresentar as proteínas que possam ser agressivas. O tipo sanguíneo “AB” é o receptor universal. Por apresentar todos os nutrientes, ele sendo receptor, todavia não pode ser doador.</p> <p>E4- O doador, AB receptor</p> <p>E5- O tipo O. O tipo AB. O tipo O é universal e não possui anticorpos para o tipo sanguíneo A e B. O tipo sanguíneo e receptor ele possui dois tipos de anticorpos o A e B.</p> <p>E6- Tipo O. Tipo AB . não lembro.</p> <p>E7- AB (positivo) O (negativo)</p> <p>E8- AB positivo, O negativo.</p> <p>E9- O negativo , AB negativo</p> <p>E10- O doador universal é O negativo, o receptor universal é O positivo.</p> <p>E11- O negativo, AB positivo</p> <p>E12- O negativo. O sangue que é A ou B tem alguns anticorpos que não permitem que o O receba deles. Já ele não possui isso então ele pode doar para todos e AB positivo é o que recebe de todos.</p> <p>E13- O negativo, AB positivo</p>	<p>E1- O e AB respectivamente</p> <p>E2- O é doador e AB é receptor.</p> <p>E3- O e AB respectivamente</p> <p>E4- O e AB respectivamente</p> <p>E5- O</p> <p>E6- Doador universal O, receptor universal AB</p> <p>E7- O e AB respectivamente</p> <p>E8- O e AB respetivamente</p> <p>E9- O AB respectivamente</p> <p>E10- O é universal AB é receptor</p> <p>E11- O, AB, respectivamente</p> <p>E12- Doador O e receptor AB</p> <p>E13-: O, AB</p> <p>E14-XXX</p> <p>E15- O e AB respectivamente</p> <p>E16- O e AB respetivamente</p> <p>E17- O, AB</p> <p>E18- Doador é O, receptor é AB</p> <p>E19- O universal, AB receptor universal</p> <p>E20- O doador universal, AB receptor universal</p> <p>E21- O e AB, respectivamente</p> <p>E22- O e AB respectivamente.</p> <p>E23- Receptor= AB universal= O</p> <p>E24- Respectivamente O, AB.</p>	<p>E1-Importante</p> <p>E2-Fácil</p> <p>E3-Bom!</p> <p>E4-Foda, bem interessante.</p> <p>E5-Legal</p> <p>E6-Bom para testar nossos conhecimentos</p> <p>E7-Bom demais.</p> <p>E8-Super legal</p> <p>E9-Xx</p> <p>E10-Gostei</p> <p>E11-Produtivo.</p> <p>E12-Boa, fácil e simples.</p> <p>E13-Top.</p> <p>E14-Xxx</p> <p>E15-Topíssimo</p> <p>E16-Super incrível.</p> <p>E17-Já sabia.</p> <p>E18-Muito bom</p> <p>E19-A 1º vez que respondi sem precisar olhar a estação.</p> <p>E20-Super prestativo</p> <p>E21-Além de informativa achei muito importante.</p> <p>E22-Já sabia</p> <p>E23-Tops!</p> <p>E24-Legal</p>

	<p>E14- O sangue O negativo não tem anticorpos por isso pode doar para todos. O sangue o positivo tem anticorpos contra todos os outros tipos por isso só pode receber sangue de outra pessoa O positivo.</p> <p>E15- O doador e AB receptor</p> <p>E16- O negativo, AB</p> <p>E17- O negativo universal. AB receptor universal. São compatíveis os outros tipos sanguíneos.</p> <p>E18- O doador universal AB receptor universal</p> <p>E19- O grupo O é doador universal e o receptor universal é a tipagem sanguínea AB.</p> <p>E20- Doador universal é o O devido não possuir os aglutinogênios que poderia entrar em conflito com os outros. O receptor é o AB, um caso onde é compatível com todos aglutinogênios.</p> <p>E21- O é doador universal, AB é o receptor já que ele tem os tipos sanguíneos.</p> <p>E22- Doador universal O, receptor AB</p> <p>E23- todos os tipos de sangue O. doador universal = O Receptor AB recebe de qualquer um em cada caso.</p> <p>E24- “O” doador universal doa para todos mas não recebe de ninguém a não ser dele mesmo. AB receptor universal recebe de todos, mas não doa para ninguém.</p>		
--	---	--	--

Subcategoria 3: Localização dos alelos, alelos múltiplos, dominância e codominância do Sistema ABO			
<p>Conceito Norteador: Nesta categoria os educandos versaram sobre a localização dos alelos do sistema sanguíneo ABO, sobre os alelos múltiplos e a relação de dominância e codominância, no instrumento de pesquisa prévio os educandos relataram que os genes do sistema sanguíneo ABO, encontram-se no DNA ou RNA, nas células, nos cromossomos e alguns não souberam responder. Quanto aos alelos múltiplos do sistema ABO a grande maioria não soube responder e quanto a relação de dominância e codominância também não souberam responder. Já no instrumento de pesquisa posterior ao modelo didático os educandos responderam que a localização dos genes ABO estão no núcleo das células, nos alelos e no locus gênico. Sobre os alelos múltiplos do sistema ABO todos os educandos responderam os alelos, IA, IB e i , quanto a dominância e codominância os educandos responderam que a dominância é feita por pelo menos um alelo dominante e a codominância quando não há dominância de um gene sobre outro.</p>			
TEMAS	Coletânea de respostas pré	Coletânea de respostas pós	Coletânea de depoimentos pós.
Tema 7. Localização dos genes do sistema ABO	<p>E1- Não entendi E2- No DNA E3- No DNA . Resposta improvável E4- Não sei E5- DNA e RNA E6- RNA ou DNA, sei lá não lembro E7- No DNA E8- No DNA E9- DNA E10- Não sei E11- --- E12- No DNA da pessoa E13- No DNA em cada célula E14- --- E15- No aglutinogênio E16-—No DNA, nas células E17- Não me recordo E18- Estão localizadas nas células E19- No DNA E20- Em todas células somáticas E21- Imagino que seja no DNA e RNA E22- Cromossomo</p>	<p>E1- No núcleo das células E2- Estão localizados nos locos gênicos que constituem os cromossomos E3- São encontrados na célula especificamente no núcleo. E4- São encontrados nas células, no núcleo especificamente. E5- Nos alelos E6- Nos alelos E7- São encontrados na célula chamada núcleo. E8- São encontrados nas células, precisamente no núcleo. E9- Eles estão presentes nas células que constituem. E10- São encontrados nas células, especificamente no núcleo. E11- São encontrados na célula especificamente no núcleo. E12- Eles estão presentes nas células, que constituem os cromossomos, alelos e após os locos gênicos.</p>	<p>E1-Bom E2-Fácil E3-Fantástico! E4-Aprendi sobre a posição dos alelos. E5-Legal E6-Simple E7-Incrível! E8-De suma importância. E9-Bem elaborado. Complicado. E10-Foi importante para a localização dos genes e alelos. E11-Produtivo. E12-Bem motivadora. E13-Bem explicativo. E14-Aprendi sobre a posição dos alelos. E15-Nada novo sob o sol exceto a posição dos alelos. E16-Importante para obter conhecimento sobre os locos</p>

	<p>E23- Cromossomo E24- Não sei</p>	<p>E13- No núcleo da célula E14- Estão localizados nos glóbulos que constituem os cromossomos. E15- No núcleo das células E16- São encontrados nas células, no núcleo especificamente. E17- Nos alelos E18- Eles estão presentes nas células que constituem. E19- São encontrados nas células, mais especificamente no núcleo delas. E20- São encontrados nas células, no núcleo especificamente. E21- No núcleo das células que se encontram em todo o corpo E22- Alelos E23- No núcleo das células que encontram-se no corpo todo. E24- Alelos</p>	<p>gênicos. E17- fácil entendimento. E18- Confuso. E19- Importante. E20- Interessante. E21- Já sabia E22- Já aprendi E23- Posição os alelos E24- Produtivo</p>
<p>Tema 8. Alelos múltiplos no sistema ABO</p>	<p>E1- Não sei E2- Não sei E3- Não sei E4- Não sei E5- IA, IB são alelos dominantes E6- Sim E7- Não tenho conhecimento sobre esse assunto E8- Não me recordo E9- Não E10- Talvez, mas agora não lembro E11- Não lembro E12- Não sei explicar E13- Alelos múltiplos não sei E14- Alelos múltiplos Aa Bb etc... E15- Não respondeu E16- Não sei E17- Não sei E18- Não me recordo</p>	<p>E1- I^A, I^B, i E2- A, B, i E3- I^A, I^B, i E4- I^A, I^B, i E5- I^A, I^B, i E6- I^A, I^B, i E7- I^A, I^B, i E8- I^A, I^B, i E9- I^A, I^B, i E10- I^A, I^B, i E11- I^A, I^B, i E12- A, B, i E13- I^A, I^B, i E14- I^A, I^B, i E15- I^A, I^B, i E16- I^A, I^B, i E17- I^A, I^B, i E18- A, B, i E19- I^A, I^B, i</p>	<p>E1- Explicando demais. E2- Fácil. E3- Extraordinariamente extraordinário. E4- Explendido. E5- Legal E6- Muito louco. E7- Entendi sobre cromossomos e sistema ABO E8- legal E9- Entender o cromossomo e o sistema ABO. E10- Uma estação para saber sobre alelos múltiplos. E11- Incrivelmente esplendido. E12- Ajudou a compreender o que era. E13- Legal</p>

	<p>E19- Não respondeu E20- Não E21- Não sei E22- Não sei E23- Não E24- A</p>	<p>E20- I^A, I^B, i E21- I^A, I^B, i E22- I^A, I^B, i E23- I^A, I^B, i E24- I^A, I^B, i</p>	<p>E14- Levemente complicado E15- Lega E16- Trouxe-me conhecimento sobre algo pouco visto E17- Já sabia. E18- Foi massa E19- Legal E20- Incrível. E21- Informativa. E22- Já aprendi. E23- Ficou de maneira legal. E24- Xxx</p>
<p>Tema 9. Dominância e Codominância no sistema ABO</p>	<p>E1- Não sei E2- Não sei E3- Não sei E4- Não sei E5- I^A, I^B são alelos dominantes E6- Sim E7- Não me recordo E8- Não E9- Talvez, mas agora não lembro E10- Não lembro E11- Não sei explicar E12- Dominância é quando o alelo é dominante. Codominância quando ambas são dominantes Alelos múltiplos não sei E13- Codominância : aa Dominância completa AA E14- Não respondeu E15- Não sei E16- Não sei E17- Não me recordo E18- Não respondeu E19- Não E20- Sim E21- Não sei</p>	<p>E1- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante. Recessivo é quando os dois são recessivos. E2- Quando o dominante o alelo passa as características de um sobre o outro. Quando é codominante há dominância. E3- Dominação é feito por pelo menos um alelo dominante, recessivo é quando os 2 serão recessivo. E4- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante recessivo é quando os dois são recessivos. E5- Dominância: quando um alelo é superior ao outro. Codominância: quando não há dominância sobre outro loco. E6- Dominância quando tem um I e um i, I domina. Codominância é quando tem 2 alelos dominantes. E7- É feita por um dominante e um recessivo. E8- É feita pelo alelo um dominante e outro recessivo E9- Feito por um dominante e recessivo E10- É feita por um dominante e um recessivo.</p>	<p>E1- Explicando demais. E2- Legal E3- Lega E4- Já aprendi. E5- Xxx E6- Fácil. E7- Ficou de maneira legal. E8- Já sabia. E9- Informativa. E10- Levemente complicado E11- Legal E12- Explendido. E13- Ajudou a compreender o que era. E14- Foi massa E15- Entender o cromossomo e o sistema ABO. E16- Extraordinariamente extraordinário. E17- Incrivelmente explicado. E18- Trouxe-me conhecimento sobre algo pouco visto E19- Incrível. E20- legal E21- Muito louco.</p>

	<p>E22- Dominância completa deve ser IA IA ou IB IB, indo nessa linha de pensamento</p> <p>E23- Não</p> <p>E24- A dominante, a codominante</p>	<p>E11- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante. Recessivo é quando os 2 são recessivos.</p> <p>E12- O alelo dominante é o que passa as características e quando á codominância não há dominância de um gene sobre o outro.</p> <p>E13- Ocorre sempre em heterozigose e codominância em homozigose.</p> <p>E14- I^A, I^B alelos dominantes,</p> <p>E15-Ocorre dominância quando existe um alelo dominante e um recessivo e a codominância 2 alelos dominantes.</p> <p>E16- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante. Codominância quando não há dominância de um gene sobre outro.</p> <p>E17-Dominância: quando um alelo é superior ao outro. Codominância: quando não há dominância sobre o outro alelo.</p> <p>E18- --</p> <p>E19- É feita por pelo menos um alelo dominante e recessivo.</p> <p>E20- Dominância é feita por pelo menos um alelo dominante.</p> <p>E21- Dominância Ocorre sempre em heterozigose e codominância em homozigose.</p> <p>E22-Dominância: é quando um alelo é superior ao outro. Codominância: é quando um alelo não é dominante sobre o outro.</p> <p>E23-Ocorre em heterozigose e codominância em homozigose.</p> <p>E24-Codominância: Quando um alelo não tem dominância sobre um ou outro. Dominância: quando um dos alelos tem</p>	<p>E22-Entendi sobre cromossomos e sistema ABO</p> <p>E23-Uma estação para saber sobre alelos múltiplos.</p> <p>E24-Legal</p>
--	---	---	--

		dominância sobre o outro. Recessivo é quando os 2 são recessivos.	
Subcategoria 4: Genótipo e Fenótipo no sistema ABO incluindo fator Rh			
Conceito Norteador: conhecimentos sobre os genótipos e fenótipos do sistema ABO, e o fator RH nos grupos sanguíneos. No primeiro instrumento de pesquisa, anterior a vivência com o modelo didático os educandos apresentaram muitas dificuldades em identificar os genótipos e fenótipos, não atribuindo nenhuma resposta que condiz com as noções básicas de genética, sobre o fator Rh muitos responderam que o fator Rh no sangue está relacionado a positividade ou negatividade do tipo sanguíneo, já após o contato com o modelo didático quando perguntados novamente sobre tais questões, os educandos identificaram os genótipos e fenótipos dos tipos sanguíneos e sobre o fator Rh ocorreu a identificação da proteína R que na sua presença ocorre a positividade e na sua ausência a negatividade do tipo sanguíneo, o qual também é herdado pelas gerações anteriores.			
TEMAS	Coletânea de respostas pré	Coletânea de respostas pós	Coletânea de depoimentos pós
Tema 10. Genótipos no sistema ABO	E1- Não sei E2- Sim E3- Não sei E4- Não sei E5- Genótipo: IA E6- Sim E7- São filios, tipos de genótipo e fenótipo E8- Filios E9- Genótipo: características do DNA E10- Genótipos são características no DNA E11- Sim E12- Genótipos são genes e não pode se alterar como os fenótipos E13- Sim E14- Genótipo carrega a carga genética dos pais. E15- Sim E16- Não lembro E17- Sim E18- Não respondeu E19- Genótipos onde o gene se encontra E20- Sim E21- Sei o que são genótipos (que é a	E1- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E2- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E3- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E4- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E5- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E6- AA, Ai, BB, Bi, AB, ii E7- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E8- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E9- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E10- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E11- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E12- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E13- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E14- AA, Ai, BB, Bi, O E15- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E16- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E17- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E18- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E19- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E20- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E21- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E22- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii E23- I ^A I ^A , I ^A i, I ^A I ^B , I ^B I ^B , I ^B i, ii	E1- Maneirinho E2- Legal E3- Nada novo E4- Já sabia E5- Já sabia E6- Fácil E7- Nada a se declarar. E8- Muito legal E9- Eu pude lembrar o que já sabia. E10- Simplis. E11- Nada novo. E12- Interessante. E13- Explicativo E14- Moleza. E15- Para entender os tipos sanguíneos. E16- Me deixou com sede de conhecimento. E17- Informativo E18- Interessante para aprimorar meus conhecimentos. E19- Diferenciada. E20- Ensino total sobre os grupos sanguíneos.

	<p>informação).</p> <p>E22- Fenótipo características por indivíduos.</p> <p>E23- Genótipos, não lembro ao certo mas um define características do indivíduo</p> <p>E24- Não sei</p>	<p>E24- I^A I^A, I^A i, I^A I^B, I^B I^B, I^B i, ii</p>	<p>E21-Sou bom em tudo isto, auto conhecimento.</p> <p>E22-Passei a tender os tipos sanguíneos.</p> <p>E23-Para entender os tipos sanguíneos.</p> <p>E24-Legal.</p>
<p>Tema11. Fenótipo no sistema ABO</p>	<p>E1- Não sei</p> <p>E2- Sim</p> <p>E3- Não sei</p> <p>E4- Não sei</p> <p>E5- Fenótipo : A</p> <p>E6- Sim</p> <p>E7- São filios, tipos de genótipo e fenótipo</p> <p>E8- Filios</p> <p>E9- Fenótipo: mudanças com o tempo</p> <p>E10- Fenótipos são características de mudança com decorrer do tempo.</p> <p>E11- Sim</p> <p>E12- Genótipos são genes e não pode se alterar como os fenótipos</p> <p>E13- Sim</p> <p>E14- Fenótipo carrega os anticorpos do sangue</p> <p>E15- Sim</p> <p>E16- Não lembro</p> <p>E17- Sim</p> <p>E18- Não respondeu</p> <p>E19- Não sei</p> <p>E20- Sim</p> <p>E21- Fenótipo (que é a característica).</p> <p>E22- Genótipos constituição genética do indivíduo.</p> <p>E23- Fenótipos a constituição do ser.</p> <p>E24- Não</p>	<p>E1- A, B, AB, O.</p> <p>E2- A, B, AB, O.</p> <p>E3- A, B, AB, O.</p> <p>E4- A, B, AB, O.</p> <p>E5- A, B, AB, O.</p> <p>E6- A, B, AB, O.</p> <p>E7- A, B, AB, O.</p> <p>E8- A, B, AB, O.</p> <p>E9-A, B, AB, O.</p> <p>E10- A, B, AB, O.</p> <p>E11-A, B, AB, O.</p> <p>E12- A, B, AB, O.</p> <p>E13- A, B, AB, O.</p> <p>E14- A, B, AB, O.</p> <p>E15- A, B, AB, O.</p> <p>E16- A, B, AB, O.</p> <p>E17- A, B, AB, O.</p> <p>E18- A, B, AB, O.</p> <p>E19- A, B, AB, O.</p> <p>E20- A, B, AB, O.</p> <p>E21- A, B, AB, O.</p> <p>E22- A, B, AB, O.</p> <p>E23- A, B, AB, O.</p> <p>E24- A, B, AB, O.</p>	<p>E1-Maneirinho</p> <p>E2-Legal</p> <p>E3-Nada novo</p> <p>E4-Já sabia</p> <p>E5-Já sabia</p> <p>E6-Fácil</p> <p>E7-Nada a se declarar.</p> <p>E8-Muito legal</p> <p>E9-Eu pude relembrar o que já sabia.</p> <p>E10-Simplis.</p> <p>E11-Nada novo.</p> <p>E12-Interessante.</p> <p>E13-Explicativo</p> <p>E14-Moleza.</p> <p>E15-Para entender os tipos sanguíneos.</p> <p>E16-Me deixou com sede de conhecimento.</p> <p>E17-Informativo</p> <p>E18-Interessante para aprimorar meus conhecimentos.</p> <p>E19-Diferenciada.</p> <p>E20-Ensino total sobre os grupos sanguíneos.</p> <p>E21-Sou bom em tudo isto, auto conhecimento.</p> <p>E22-Passei a tender os tipos sanguíneos.</p> <p>E23-Para entender os tipos sanguíneos.</p> <p>E24-Legal.</p>
<p>Tema 12. Fator Rh no sistema ABO</p>	<p>E1- Não sei</p> <p>E2- Sim, não lembro no momento</p> <p>E3- Não me recordo</p>	<p>E1-Quando o gene é positivo o fator é Rh . Quando é negativo é RR</p>	<p>E1-FANTÁSTICO!</p> <p>E2- Bem louco</p> <p>E3- Já sabia</p>

	<p>E4- Não sei E5- Sim, Rh vai na característica E6- Mais ou menos. Não. E7- Não lembro o que é, mas influência no tipo sanguíneo. E8- Não lembro, mas tem influência no tipo sanguíneo sim. E9- Não lembro. E10- Influência no fenótipo sanguíneo E11- É o que define se o sangue vai ser mais ou menos. E12- Positivo ou negativo E13- O fator Rh determina se o sangue será positivo ou negativo um sangue positivo não pode doar para um negativo. E14- Nada E15- Mais ou menos. E16- É uma característica hereditária que se refere a uma proteína, se o sangue tiver proteína o seu tipo de sangue será positivo. E17- Não me lembro E18- Não lembro muito bem, mas imagino que seja para encontrar o fator positivo e negativo. E19- O Rh interfere se o tipo sanguíneo será positivo ou negativo E20- É o que define o sangue ser positivo ou negativo. E21- Positivo ou negativo. E22- Não E23- A diferenciação Rh negativo e Rh positivo, são determinantes na compatibilidade sanguínea. E24- Não sei</p>	<p>E2- RR>Rr>rr E3- Ocorre com a presença do alelo R no fenótipo E4- RR>Rr>rr E5- RR>Rr>rr E6- Quando o alelo é dominante ele é Rh+. Quando o alelo é recessivo ele é Rh- E7- Ocorre em homozigose ou heterozigose em R. E8-RR>Rr>rr E9-Ocorre em homozigose e heterozigose com R. E10-Quando o que é + é fator Rr. Quando é negativo é rr. E11---- E12-Se for RR ou Rr E13-Quando dominante positivo, quando recessivo negativo. E14-Quando fator de Rr e quando é negativo é RR E15-Quando o gene é positivo, o fator é RR, quando negativo o fator é rr. E16-Quando o gene é positivo o fator é Rh, quando o gene é negativo o fator é RR. E17-Quando o gene é positivo o fator é Rh, quando o gene é negativo o fator é RR. E18-Se for RR ou Rr é dominante positivo, se for rr é recessivo negativo. E19-Se for RR é negativo, se for Rr é positivo. E20-Quando o gene é positivo, o fator é Rh, quando o gene é negativo, o fator é RR.</p>	<p>E4-Produtiva E5-Gostei bastante. E6-Já sabia E7-Informativa também. E8---- E9-Fácil E10-Foi mais fácil e completo. E11-Top E12-Sensacional! E13-Informativa. E14-Nunca tinha ouvido falar, louco. E15-Entendi mais sobre a dominância do RH nos grupos sanguíneos. E16-Interessante. E17- Top E18- Muito bom, porém eu já sabia. E19- Da ora! E20- Sensacional! E21- Informativa. E22- Nunca tinha ouvido falar, louco. E23- Entendi mais sobre a dominância do Rh nos grupos sanguíneos. E24- Interessante.</p>
--	---	--	--

		<p>E21-Quando que o gene é positivo o fator é Rr, quando é negativo o fator é RR.</p> <p>E22-Quando o gene é positivo, o fator é Rh e quando o gene é negativo o fator é RR.</p> <p>E23-Quando o gene positivo o fator RR, quando é negativo é rr.</p> <p>E24-Quando o gene é positivo o fator é Rh, quando é negativo é RR</p>	
Subcategoria 5: Estudo do QUADRO DE PUNNETT na genética do Sistema ABO			
<p>Conceito Norteador: Conhecimentos de probabilidade genética dos cruzamentos de fenótipos e genótipos do sistema ABO, na realização dos exercícios de cruzamentos, no instrumento de pesquisa prévio alguns educandos não entenderam, não realizaram da maneira correta ou não fizeram a questão, mas alguns tiveram respostas assertivas. No segundo momento da pesquisa alguns estudantes desenvolveram as técnicas necessárias para a resolução das atividades e outros apresentaram erros em relação a identificação dos fenótipos e genótipos nos cruzamentos sanguíneos.</p>			
TEMAS	Coletânea de respostas pré	Coletânea de respostas pós	Coletânea de depoimentos pós
<p>Tema 13. Probabilidade dos Genótipos e fenótipos do Sistema ABO.</p>	<p>E1- Não entendi E2- AB 50% , Ab 50% E3- Não sei E4- Não sei E5- 100% A, 50%B E6- 25% AB, 25% A, 25% B, 25% O E7- Genótipo B, tipo sanguíneo A E8- Não soube desenvolver a questão E9- 50% A, 50%B E10- Não soube desenvolver a questão E11- Não fez E12- 50% AB, 50% A E13- 50% AB, 50% A E14- 50% A, 50% B</p>	<p>E1- mãe I^B, I^B, pai ii , $I^B i, I^B i, I^B i, I^B i$, 100% B(heterozigoto) E2-mãe $I^B I^B$, pai ii, $I^B I^B, I^B i, ii$ (25%, 50%, 25%) E3- mãe $I^B i$, pai $I^A i$, A, B, AB, e O (25% para todos) E4- mãe $I^B I^B$, pai $I^B i, I^B I^B, I^B i, ii$ (50% B e 50% i) E5- mãe $I^B I^B$, pai $I^B i, I^B I^B, I^B i$ e ii (25%, 50%, 25%) E6- mãe $I^A i$, pai ii, $I^A i$ e ii, 50% E7- mãe $I^A I^B$, pai $I^A i$, 25% para todos. E8-mãe $I^B I^B$, pai $I^B i, I^B I^B, I^B i$ e ii, 25%, 50%, 25% E9- mãe $I^A I^B$, pai $I^A i, I^A I^B, I^A i, I^B i, ii$, 25% E10- mãe $I^A i$, pai ii, $I^A I^A, ii$, 50% E11-25% para cada genótipo E12-mãe $I^B I^B$, pai ii, 100%B E13- mãe $I^A i$, pai ii, 50% ii e 50% $I^A i$ E14-50% I^A e 50% ii E15- mãe $I^B I^B$, pai ii, $I^B i, I^B i, I^B i$, 100% B heterrozigoto E16-$I^B I^B, ii$, A e O. E17- mãe $I^B I^B$, pai ii, 100%B E18- mãe $I^B I^B$, pai ii, 100%B-</p>	<p>E1-Inacreditável incrível!!! E2- Fácil. E3- Show! E4- Ajudou, mas pouco E5- Difícil, mas legal. E6- Muito bom E7- Um pouco mais confuso e dinâmico. E8- Interessante demais E9- Quem pode doar para quem e qual o problema. E10- Inacreditável E11- Informativo E12- Muito boa E13- Excepcional E14- Fácil E15- interessante. E16- Ajudou, mas pouco</p>

	<p>E15- 50% A, 50% AB E16- 50% AA, 50% Aa E17- Não fez E18- Não fez E19- 50% A, 50% AB E20- 50% AB, 50% A E21- Não soube desenvolver a questão E22- Não soube desenvolver a questão E23- Não fez E24- Não fez</p>	<p>E19- mãe $I^B I^B$, pai ii, 100% B- E20- $I^B I^B$, ii/ $I^B I^B$, $I^B I^B$, 100% B E21- 50% I^A e 50% ii, A e O E22- mãe $I^B i$, pai ii, $I^B I^B$, 100% heterozigoto E23- $I^A I^B$ (25%), I^A (25%), 25% para todos E24- $I^B I^B$, (25%), $I^B i$ (50%), ii (25%)</p>	<p>E17- Aprimorou meu conhecimento. E18- Foi bom mas eu já sabia E19- Confusa. E20--- E21- Não foi de muita ajuda pois eu já sabia. E22- Fácil E23- Entendimento fácil. E24- Já sabia</p>
--	--	---	--