



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - (ENCIMA)

THIAGO DA COSTA GERMANO

**O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO
MÉDIO**

FORTALEZA

2019

THIAGO DA COSTA GERMANO

O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO
MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Eixo temático: Biologia.

Linha de pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Isabel Cristina Higino Santana

FORTALEZA

2019

THIAGO DA COSTA GERMANO

O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO
MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Eixo temático: Biologia.

Linha de pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.

Fortaleza, 16 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof^ª. Dr^ª. Isabel Cristina Higino Santana (Coorientadora)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr^ª. Erika Freitas Mota
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr^ª. Andréa Pereira Silveira
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G323u Germano, Thiago da Costa.
O uso de softwares educativos nas aulas de genética do ensino médio / Thiago da Costa Germano. –
2019.
122 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima .

Coorientação: Profa. Dra. Isabel Cristina Higino Santana.

1. Ensino e aprendizagem. 2. Softwares educativos. 3. Mediação pedagógica. I. Título.

CDD 372

Ao meu pai Francisco Germano Neto (*in
memorian*) fonte de inspiração de trabalho e
honestidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por engendrar mecanismos bioquímicos fundamentais para minha sobrevivência e oportunizar sabedoria.

À minha mãe que, mesmo enfrentando as tempestades da vida, nunca desistiu e mostrou que trabalho e educação são fontes de inesgotáveis de superação para os momentos críticos que enfrentamos. Por ser uma inspiração de mulher guerreira. Por, desde cedo, apresentar os caminhos a serem seguidos para nos tornarmos cidadãos ativos e modelos para uma vida social harmônica.

Aos meus irmãos e minha irmã que sempre unidos se esforçaram para fortalecer o currículo através da educação e sempre colocá-la como principal mecanismo de mudança individual e social. Sempre incentivaram a busca da educação pela pedagogia do exemplo ou do diálogo.

À minha companheira Laiane Nascimento, por contribuir nesta jornada de estudos compreendendo minhas ausências no lar e entendendo a importância desta pesquisa na vida acadêmica dos educandos da região.

À minha filha Laiara Lourdes, por ter se tornado uma fonte inspiradora, onde as energias são renovadas a cada dia com sua alegria e jeito especial de ser.

Aos meus companheiros de mestrado por colaborarem fortemente através de discussões, ideias e sugestões de aperfeiçoamento dos conteúdos gerais da educação e de pesquisa em educação.

Aos colegas que conheci ao longo da vida por balizar alguns pontos acadêmicos e profissionais e pessoais.

Ao Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima, pela brilhante orientação. Sabendo do esforço e doação dos docentes universitários em suas orientações, encontrou tempo e indicou formas de melhoria no desenvolvimento geral da pesquisa.

À Prof^{ra}. Dr^a. Isabel Cristina Higino Santana, por ter citado pontos importantes desde a qualificação do projeto quando, na oportunidade, fez parte da banca. Por ter aceitado fazer parte deste estudo como Coorientadora.

À Diretora da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz, professor(a) e alunos participantes por valorizar os novos olhares sobre ensino e aprendizagem contribuindo diretamente na construção desta pesquisa.

Aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.

Lev Semenovich Vigotsky

A questão não é acabar com a escola, é mudá-la completamente, fazer com que nasça dela um ser tão atual quanto a tecnologia.

Paulo Freire

RESUMO

Devido a diversos fatores como aulas tradicionais, dificuldade de acesso a alguns materiais didáticos (uso de recursos em laboratórios, por exemplo) e defasagem no ensino da matemática básica, o ensino de genética torna-se um desafio para uma parcela dos educandos matriculados no Ensino Médio brasileiro. Dessa forma, nesta pesquisa tem-se como escopo verificar a ocorrência de benefícios na aprendizagem do conteúdo de genética mendeliana abordado no currículo de uma escola estadual de Ensino Médio, localizada no município de Cascavel/CE, pela aplicação de *Softwares* Educativos (SE) disponibilizados por autores de livros didáticos de Biologia. Este estudo é embasado em pesquisas bibliográficas, tais como: livros, artigos científicos, teses e dissertações, além de revistas. Além disso, são realizadas análises qualitativa, quantitativa e descritiva das respostas aos questionários com os atores desta, que são o(a) Professor(a) da disciplina Biologia e os alunos selecionados aleatoriamente. Durante um bimestre letivo, dez alunos da 3ª série participaram da pesquisa, onde cinco estiveram nas aulas ofertadas pelo(a) professor(a) e cinco no Laboratório Escolar de Informática (LEI) da escola junto ao pesquisador para uso de SE com o conteúdo idêntico ao trabalhado em sala de aula e de forma sincrônica. O grupo que foi submetido ao uso dos SE no LEI foi denominado de Grupo Teste ou Experimental e aos que estiveram com o(a) professor(a), Grupo Controle. Através dos testes (pré e pós-teste) foi possível perceber que os SE possuem relevância na aprendizagem de genética mendeliana abordados no ensino médio, assim como na facilitação das atividades do magistério que buscam transcender a visão tradicionalista em sala de aula buscando educandos ativos em seu próprio processo educacional. Percebendo a importância dos SE no ensino de genética, foi elaborado um Produto Educacional chamado de “Propostas didáticas para o ensino de genética mendeliana com a utilização de *Softwares* Educativos” destinado aos profissionais do magistério que atuam frente a disciplina Biologia. Este documento tem o intuito de mediar as situações pedagógicas através da aplicação dos SE e, com isso, aprimorar suas metodologias de ensino e tornar suas aulas atrativas e dinâmicas.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Softwares Educativos. Mediação pedagógica.

ABSTRACT

Due to several factors such as traditional classes, difficulty in accessing some didactic materials (use of resources in laboratories, for example) and lag in the teaching of basic mathematics, the teaching of genetics becomes a challenge for a portion of students enrolled in teaching. Brazilian midfielder. Thus, this research aims to verify the occurrence of benefits in learning the Mendelian genetics content addressed in the curriculum of a state high school, located in the city of Cascavel / CE, by the application of Educational Software (SE) available by authors of biology textbooks. This study is based on bibliographic research, such as books, scientific articles, theses and dissertations, as well as magazines. In addition, qualitative, quantitative and descriptive analyzes of the interviews with the actors of the latter are performed. They are the Biology teacher and the randomly selected students. During one academic quarter, ten students from the 3rd grade participated in the research, where five were in the classes offered by the teacher and five in the school's Computer Laboratory (LEI) with the researcher to use ES with the content. identical to classroom work and synchronously. The group that underwent the use of ES in the LEI was called Test or Experimental Group and those who were with the teacher, Control Group. Through the tests (pre and post-test) it was possible to realize that the ES have relevance in learning Mendelian genetics addressed in high school, as well as in facilitating the teaching activities that seek to transcend the traditionalist view in the classroom seeking active learners in schools. its own educational process. Realizing the importance of ES in the teaching of genetics, an Educational Product was elaborated called "Didactic Proposals for the teaching of Mendelian genetics using Educational Software" for teaching professionals working in the Biology discipline. This document aims to mediate the pedagogical situations through the application of the ES and, thus, improve their teaching methodologies and make their classes attractive and dynamic.

Keywords: Teaching and learning. Educational Software. Pedagogical mediation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de fluxo da aprendizagem da herança biológica no ensino médio brasileiro	36
Figura 2 – Página principal do Site da Editora AJS para acesso a materiais de Biologia.....	42
Figura 3 – Página da editora AJS com índice dos Objetos Educacionais utilizados no ensino de Biologia	43
Figura 4a – Simulador de cruzamentos da 1ª Lei de Mendel com ervilhas <i>Pisum sativum</i>	46
Figura 4b – Simulador de Probabilidades com cruzamento de ervilhas <i>Pisum sativum</i>	46
Figura 5 – Nível de Desenvolvimento Real (NDReal); Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDProx); e Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDPot).....	51
Figura 6 – Triângulo de Houssaye.....	55
Figura 7 – Tetraedro de Lombard.....	56
Figura 8 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pré-teste do Aluno B-GT).....	75
Figura 9 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pré-teste do Aluno C-GC).....	75
Figura 10 – Resposta considerada Adequada sobre o que é Genética (Pós-teste do Aluno B-GT).....	75
Figura 11 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pós-teste do Aluno C-GC).....	75
Figura 12 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos básicos de divisão celular meiose (Pré-teste do Aluno A-GC).....	77
Figura 13 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo	77

conceitos básicos de divisão celular meiose (Pré-teste do Aluno A-GT).....	
Figura 14 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de divisão celular meiose para esclarecer ideias da 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno A-GT).....	79
Figura 15 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pré-teste do Aluno C-GC).....	80
Figura 16 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pré-teste do Aluno D-GT).....	80
Figura 17 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pós-teste do Aluno C-GC).....	80
Figura 18 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pós-teste do Aluno D-GT).....	81
Figura 19 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pré-teste do Aluno A-GC).....	83
Figura 20 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo genética dos grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pós-teste do Aluno A-GC).....	84
Figura 21 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pré-teste do Aluno B-GT).....	84
Figura 22 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo genética dos grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pós-teste do Aluno B-GT).....	85

Figura 23 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo bases da 2ª Lei de Mendel (Pré-teste do Aluno B-GT).....	85
Figura 24 – Resposta considerada Intermediária na solução geral da questão envolvendo a 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno B-GC).....	86
Figura 25 – Resposta considerada Adequada na solução geral da questão envolvendo a 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno A-GT).....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Termos que correspondem a palavra genética na concepção dos alunos (GT e GC) – (ANEXO A)	73
Gráfico 2	– Meio de comunicação em que teve contato com a palavra genética (GT e GC) – (ANEXO A)	74
Gráfico 3	– Respostas sobre o conceito de genética (GT e GC) – (ANEXO A)	74
Gráfico 4	Respostas sobre o conceito de genética (GT e GC) – ANEXO B)	74
Gráfico 5	– Respostas sobre ideias básicas de Núcleo e cromossomos (GT) – (Questões 6, 7 e 8 do pré-teste – ANEXO A)	74
Gráfico 6	– Respostas sobre ideias básicas de Núcleo e cromossomos (GC) – (Questões 6, 7 e 8 do pré-teste – ANEXO A)	74
Gráfico 7	– Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)	75
Gráfico 8	– Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GC) – (pré-teste – ANEXO A)	75
Gráfico 9	– Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GT e GC) – (pós-teste – ANEXO B)	75
Gráfico 10	– Respostas sobre noções básicas de síntese proteica – (GT e GC) – (pré-teste – ANEXO A)	76
Gráfico 11	– Respostas sobre noções básicas de síntese proteica – (GT e GC) – (pós-teste – ANEXO B)	76
Gráfico 12	– Respostas sobre noções básicas da 1ª Lei de Mendel – (GC) – (pré-teste – ANEXO A)	76
Gráfico 13	– Respostas sobre a 1ª Lei de Mendel – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	76
Gráfico 14	– Respostas sobre noções básicas da 1ª Lei de Mendel – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)	77
Gráfico 15	– Respostas sobre a 1ª Lei de Mendel – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	77

Gráfico 16 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GC) – (pré-teste – ANEXO A)	78
Gráfico 17 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	78
Gráfico 18 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)	78
Gráfico 19 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	78
Gráfico 20 – Respostas sobre noções básicas da 2ª Lei de Mendel – (GT e GC) – (pré-teste – ANEXO A)	79
Gráfico 21 – Respostas sobre 2ª Lei de Mendel – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	79
Gráfico 22 – Respostas sobre 2ª Lei de Mendel – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	79
Gráfico 23 – Respostas relacionadas às possíveis dificuldades na compreensão da genética – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	80
Gráfico 24 – Respostas relacionadas às possíveis dificuldades na compreensão da genética – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	80
Gráfico 25 – Respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	81
Gráfico 26 – Respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	82
Gráfico 27 – Respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	83
Gráfico 28 – Respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Detalhamento de competências na área de Biologia com exemplos	29
Quadro 2 – Temas estruturadores das principais áreas da Biologia	30
Quadro 3 – Justificativas das respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	90
Quadro 4 – Justificativas das respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	90
Quadro 5 – Justificativas das respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)	92
Quadro 6 – Justificativas das respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados pessoais do(a) professor da disciplina Biologia da 3ª série	69
Tabela 2 – Materiais didáticos eletrônicos digitais e sua utilização nas aulas de Biologia.....	70
Tabela 3 – Relação entre o assunto de genética ou assunto prévio e nº da questão no pré-teste (ANEXO A)	72
Tabela 4 – Relação entre o assunto de genética ou assunto prévio e nº da questão no pós-teste (ANEXO B)	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	<i>Compact Disc</i>
DCNEM	Diretrizes Curriculares do Ensino Médio
DVD-ROM	<i>Digital Versatile Disc - Read Only Memory</i>
GC	Grupo Controle
GT	Grupo Teste
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LEI	Laboratório Educacional de Informática
EEEP	Escola Estadual de Educação Profissional
MEC	Ministério da Educação
MS	Ministério da Saúde
NDReal	Nível de Desenvolvimento Real
NTIC's	Novas Tecnologias de Informação
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
PhET	Physics Education Technology
PNE	Plano Nacional de Educação
PPP	Projeto Político-Pedagógico
SE	Softwares Educativos
TDIC's	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC's	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ZDPot	Zona de Desenvolvimento Potencial
ZDProx	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	O ENSINO DE BIOLOGIA NA ATUALIDADE: LIMITES E DESAFIOS	23
2.1	O ensino de Biologia nos PCNEM, PCN+ e DCNEM	25
2.2	O ensino de Genética: dificuldades e possibilidades	34
3	TECNOLOGIAS DIGITAIS E O ENSINO: CARACTERIZAÇÃO, UTILIZAÇÃO E SELEÇÃO DE <i>SOFTWARES</i> EDUCATIVOS	38
3.1	O uso de <i>softwares</i> educativos no ensino de Biologia: um diálogo possível ..	41
3.1.1	O uso de <i>Softwares</i> Educativos e o ensino de genética	45
4	A FIGURA DO PROFESSOR MEDIADOR	49
4.1	Uso das tecnologias digitais mediadas pelo professor de Biologia	53
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	60
5.1	Caracterização da pesquisa	60
5.2	Técnicas de pesquisa	61
5.3	Campo da pesquisa: recorte histórico.....	63
5.4	Sujeitos da pesquisa	64
5.5	Etapas da pesquisa	65
5.5.1	<i>1ª Etapa: Conhecendo o perfil do(a) docente da turma pesquisada.....</i>	65
5.5.2	<i>2ª Etapa: Elaboração dos instrumentais de sondagem (pré-teste) e da verificação da aprendizagem (pós-teste).....</i>	65
5.5.3	<i>3ª Etapa: Aplicação dos instrumentais de sondagem (pré-teste).....</i>	67
5.5.4	<i>4ª Etapa: Realização das aulas em sala e no Laboratório Escolar de Informática (LEI).....</i>	67
5.5.5	<i>5ª Etapa: Aplicação dos instrumentais de verificação da aprendizagem (pós-teste)</i>	67
5.5.6	<i>6ª Etapa: Proposta de Produto Educacional.....</i>	68
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
6.1	O perfil do(a) docente participante e o uso das Tecnologias Digitais	69
6.2	O que pensam os discentes no início da pesquisa sobre genética mendeliana e os conteúdos relacionados? E após?	72
7	PRODUTO EDUCACIONAL	94
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	107
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DISCENTE COM 18 ANOS COMPLETOS ATÉ O PRIMEIRO DIA DA PESQUISA NA ESCOLA)	108
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RESPONSÁVEL DO DISCENTE COM MENOS DE 18 ANOS ATÉ O PRIMEIRO DIA DA PESQUISA NA ESCOLA)	109
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DOCENTE)	111
ANEXO A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA APLICADA NOS GRUPOS PARTICIPANTES DA PESQUISA (PRÉ-TESTE)	112
ANEXO B – AVALIAÇÃO FINAL APLICADA NOS GRUPOS PARTICIPANTES DA PESQUISA (PÓS-TESTE)	116
ANEXO C – QUESTIONÁRIO SOCIAL E PROFISSIONAL APLICADO AO(À) PROFESSOR(A) DE BIOLOGIA	120

1 INTRODUÇÃO

O uso dos meios tecnológicos pode fornecer ferramentas indispensáveis na formação humana caso sejam utilizados eficazmente como um meio educacional. Dentre os recursos tecnológicos mais conhecidos estão as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), que são descritas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN's) como recursos que permitem o fluxo de informações e que podem ser diferentes meios de comunicação, como, jornalismo impresso, rádio e televisão, além dos livros, computadores e outros como sistemas multimídias e robótica (BRASIL, 2002).

Na educação esses recursos podem ser utilizados para o desenvolvimento social humano, sendo interessante “que se utilize a educação para ensinar sobre as tecnologias que estão na base da identidade e da ação do grupo e que se faça uso delas para ensinar as bases dessa educação ” (KENSKI, 2015, p. 43). Assim, o professor, ao usar essas inovações em sala de aula,

implica conhecer as potencialidades desses recursos em relação ao ensino das diferentes disciplinas do currículo, bem como promover a aprendizagem de competências, procedimentos e atitudes, por parte dos alunos, para utilizarem as máquinas e o que elas têm de recursos a oferecer. (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2015, p. 59).

Existe uma infinidade destes recursos que auxiliam a aprendizagem do educando, desde os mais amplos, ou seja, aqueles que podem servir para aprofundamento das mais diversas áreas do conhecimento, até os mais específicos, como *Softwares* Educativos, que ajudam no entendimento de uma disciplina curricular, como a Biologia. Convém refletir, então, que a sala de aula é o local onde a maior parte da educação escolar se realiza, e onde alunos e professores interagem durante um longo período de tempo. Assim sendo, para que haja um maior rendimento das aulas, é necessário que estes momentos não se tornem monótonos, ou baseados somente na transmissão do assunto. Pois, infelizmente “[...] a maioria dos professores tem uma tendência em adotar métodos tradicionais de ensino, por medo de inovar ou mesmo pela inércia, a muito estabelecida, em nosso sistema educacional” (CASTOLDI; POLINASKI, 2009, p. 685).

Para superação dessa realidade, os educadores devem tentar encontrar meios nos quais os tornem mais situados na era digital, isso quer dizer, deixar de lado as ações que ainda lhe recordam o século passado. Com essa proposta, podem sentir-se mais confortáveis ao abandonar os instintos pré-digitais (PRENSKY, 2006).

Sabe-se, no entanto, que há uma grande variedade de ferramentas tecnológicas

que possibilitam essa mudança no ensino e que podem auxiliar na aprendizagem de genética, que é o campo de estudo desta pesquisa. Todos eles, por serem considerados objetos educacionais, são fundamentais neste processo. Pois,

Um Objeto de Aprendizagem (ou educacional) é qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem, termo geralmente aplicado a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos visando a potencializar o processo de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado. (TAROUCO et al., 2003, p. 2)

Torna-se evidente que a aprendizagem de genética pode ser beneficiada com o uso de *softwares* específicos, pois geralmente é tratada de forma técnica, tornando-se distante da realidade dos alunos, principalmente devido ao uso de termos estranhos ao cotidiano, como alelos, genes, homo e heterozigótico, híbrido, dominância, recessividade, dominância incompleta, codominância etc. Além disso, estes recursos podem disponibilizar animações, simulações, vídeos, resumo do assunto, atividades e *feedback* instantâneo.

Outra grande importância destes, é oportunizar a mediação pedagógica. Pois, o professor ao utilizá-los, segundo Moran, Masetto e Behrens (2006), irá verificar que esta metodologia de ensino possui funções importantíssimas na educação auxiliando-o na inovação pedagógica: mediador entre o aluno e o conhecimento, facilitador, incentivador e motivador da aprendizagem. Essa ação inibe a prevalência da pedagogia tradicionalista onde os discentes têm poucas chances de serem personagens ativos de sua aprendizagem. Contribuindo com isso, a UNESCO (2004) esclarece que,

se há unanimidade entre os educadores de ciências é quanto à necessidade de se adotarem métodos de aprendizado ativo e interativo. Ou seja, o domínio de conteúdos, a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de competências, hábitos, habilidades e atitudes impõem um processo em que o aluno, sob orientação e incentivo docentes, é o autor do próprio desenvolvimento (p. 39).

Verifica-se que o conhecimento não é imposto, mas sim construído. Assim os docentes que atuam no ensino de Biologia têm o desafio de ajudar a desenvolver a curiosidade, interesse e gosto pelo estudo do vasto mundo biológico, em especial, os assuntos de genética – tema de nossa pesquisa – nos alunos. Em busca de facilitar isso, o uso de tecnologias educacionais são instrumentos essenciais para a mudança na educação (MORAN, 2012).

Para tanto, é necessário que o professor conheça a ferramenta tecnológica que irá utilizar no ensino de genética, levando em consideração se esta alcançará os objetivos educacionais propostos. Assim, deve ser realizada uma seleção que considere os diversos

aspectos que avaliem a qualidade do *software* educativo. Coburn (1998) e Niquini (1996) descrevem alguns destes aspectos que precisam ser analisados antes de colocar em prática estes recursos educacionais, são alguns deles: objetivos explícitos do *software*; qualidade e apresentação do conteúdo; fácil manuseio e capacidade interativa; leitura prévia sobre os procedimentos a serem seguidos com instruções claras e lógicas; se neles estão previstos os *feedbacks* imediatos, ou seja, se os alunos podem ser avaliados pelo próprio recurso; auxiliar o professor na organização da sala nas aulas; fazer com que os alunos cheguem a determinados pontos sem seguir uma sequência obrigatória; boa estética para atrair a atenção; boa interatividade com os educandos; se pode ser usado sem a direta intervenção do professor; deve ser apropriado ao nível dos estudantes.

Graças ao esforço do setor educacional brasileiro, o número de *softwares* educativos disponibilizados tanto em CD ou DVD-ROM e em ambientes virtuais tem crescido. Resume-se a seguir alguns benefícios destes instrumentos no ensino da disciplina (SILVA, FERREIRA, e SILVA-FORSEBERG, 2010):

- Permitem a visualização gráfica e mudança de parâmetros e variáveis que não seriam possíveis em um experimento biológico, inclusive com cálculo automático de variáveis derivadas, índices, etc.;
- A documentação visual e quantitativa de experimentos pode ser feita no próprio computador do estudante;
- Podem ser usados facilmente de forma intercambiável na fase de aprendizagem e na fase de avaliação da aprendizagem.

Visando este fim, diversos autores (citados a seguir) disponibilizam ferramentas digitais a serem utilizados no ensino de genética. A seguir encontram-se alguns exemplos desses recursos que são amplamente utilizados no ensino de biologia com o conteúdo citado.

- PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology). (Acesso em: 20/10/2018. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

- DVD ROM de Sônia Lopes e Sérgio Rosso (autores de livros didáticos de Biologia – ensino médio). (LOPES e ROSSO, 2014, DVD-ROM).

- DVD ROM de Vívian Lavander Mendonça (autora de livro didático de Biologia – ensino médio). (Acesso em: 09/12/2018. Disponível em: <http://www.editoraajs.com.br/pnld2015/biologia/#/apresentacao>).

Estes últimos são objetos educacionais e que foram utilizados nesta pesquisa, sendo abordados por diversos professores tanto da rede particular como da pública no ensino de biologia. Assim, a aprendizagem dos conteúdos que envolvem a genética é influenciada

positivamente com o auxílio destes e também, paralelo a isso, há um aumento na igualdade da educação dos jovens que estão no nível médio da educação básica, pois este meio didático demonstra fornecer um método promissor de ensino, em que pode ser aplicado de forma lúdica, complementando a assimilação do conteúdo teórico e transformando-as em aulas que permitem maior interação entre professor-conhecimento-aluno e contribuindo, portanto, no processo educativo.

Desta forma, esta pesquisa busca subsidiar os professores de Biologia na elaboração de seu plano de aula e na execução destes, além de auxiliá-los na avaliação da aprendizagem com instrumentos propostos nos próprios planos de aula. Também proporciona melhor utilização do recurso didático citado na otimização do tempo pedagógico em sala, além de requerer constante atualização quanto aos meios tecnológicos educacionais.

Para que sejam realizadas reflexões a respeito do uso destas tecnologias nas aulas de genética, além de observar a maneira na qual elas foram utilizadas, alguns capítulos foram formalizados para reunir informações com o propósito de esclarecer ao seguinte problema de pesquisa: de que maneira a aplicação de *Softwares* Educativos auxilia os educandos na compreensão dos conceitos de genética mendeliana abordados no ensino médio? Além disso, foram descritos todos os procedimentos metodológicos que auxiliaram no desenvolvimento do estudo como tipo de pesquisa, o método utilizado, campo, sujeitos e coleta de dados.

Os capítulos foram estruturados a fim de discutir e esclarecer assuntos como: dificuldades enfrentadas pelo professor de Biologia na atualidade e possibilidades de mudança; indicações sobre as metodologias de ensino de Biologia e genética e o currículo na legislação educacional brasileira; caracterização, utilização e seleção de *softwares* educativos no ensino de Biologia e genética; a figura do professor mediador por meio das tecnologias digitais.

Adiante, em **resultados e discussões** buscou-se traçar comparativos entre os rendimentos observados ao final do período da aplicação dos *softwares* educativos a partir do seu uso e não uso.

Nas **considerações finais** foram realizados apontamentos e discussões dos resultados obtidos, procurando responder os objetivos propostos. Nelas estão descrições das dificuldades para aprendizagem no ensino de genética no nível médio e possibilidades para implementação de metodologias que visam a atuação do aluno com intermédio do professor ancorado nas Tecnologias Digitais da Educação na construção do seu próprio conhecimento.

Em seguida, o **produto educacional** proposto está descrito com o intuito de facilitar a aplicação dos recursos tecnológicos digitais citados nas aulas de genética

mendeliana no ensino médio. É um material destinado aos professores de Biologia e que sugere a mediação pedagógica com aplicação destes recursos e, assim, tornar suas aulas mais atrativas e dinâmicas.

Seguindo, estão as **Referências, apêndices e anexos**.

Alguns objetivos, portanto, foram elaborados para facilitar os esclarecimentos sobre essas ideias no decorrer da pesquisa, tendo como objetivo principal verificar se ocorrem benefícios na aprendizagem do conteúdo de genética mendeliana no currículo do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz, localizada no município de Cascavel/CE, pela aplicação de *softwares* educacionais disponibilizados por autores de livros didáticos de Biologia.

Para melhor compreensão do problema, foram desenvolvidos alguns objetivos específicos nos quais trazem direcionamentos na construção desta. São eles:

- Entender as bases legais educacionais brasileiras a partir das Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM, PCN's, PCNEM e PCN+) que norteiam o ensino de Biologia e de genética no nível médio da Escola pesquisada.
- Descrever alguns recursos didáticos tecnológicos (*softwares* educativos) utilizados como facilitadores da aprendizagem de Biologia e de genética no ensino básico.
- Compreender os aspectos gerais do professor mediador.
- Verificar, através da análise dos resultados de pré e pós-teste (com conteúdos envolvendo a 1ª e 2ª Leis de Mendel) aplicados aos alunos participantes no início e ao final de um bimestre, a relevância que os *softwares* educativos possuem na facilitação da aprendizagem e no ensino da genética mendeliana.
- Apresentar planos de aulas que utilizam as Tecnologias Digitais como principais instrumentos no ensino de genética mendeliana com mediação pedagógica.

2 O ENSINO DE BIOLOGIA NA ATUALIDADE: LIMITES E DESAFIOS

A educação do Brasil, principalmente a pública, encara diversos desafios, como o sucateamento estrutural e a escassez de professores qualificados. Tudo isso pode ser decorrente da falta de políticas públicas ou da concentração de propostas viáveis focalizadas nas classes mais favorecidas da sociedade, resultando no aumento da precarização da demanda das diferentes etapas da educação básica, inviabilizando a equidade educacional (DAVID *et al*, 2015).

Como consequência, o ensino de diversas disciplinas é prejudicado. David *et al* (2015) informam que apesar dos avanços prescritos na legislação educacional brasileira, entre os quais consta o princípio da universalização do acesso à educação, há ainda muito a ser conquistado, como a melhora da qualidade de ensino ofertado. Também é preocupante que mesmo após duas décadas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9.394/96), a igualdade de condições e permanência não são realidades no quadro educacional. Assim, por mais que tenham sido traçados objetivos para o alcance de uma excelente educação, os resultados atingidos são distantes daqueles almejados.

Surgem então anseios por melhorias no ensino público, principalmente nos ambientes que existem para proporcionar atividades práticas de educação, como os Laboratórios Educacionais que, infelizmente não estão implantados em diversas escolas no território nacional. No Estado do Pará, por exemplo, uma pesquisa realizada por Araújo *et al* (2013) revelou que 100% dos alunos ao serem questionados sobre a importância dos laboratórios de ciências nas aulas práticas, disseram que estas estruturas poderiam auxiliar no entendimento do conteúdo, caso existissem. Percebe-se que há uma carência de estruturas físicas apropriadas nas escolas que resulta em prejuízo às disciplinas curriculares do ensino básico, que necessitam destes para melhor compreensão do conteúdo, como as ditas disciplinas científicas, entre as quais está a Biologia.

Vários fatores podem afetar a qualidade do ensino de Biologia, entre eles, talvez o principal seja a má formação profissional, tanto inicial como continuada dos professores. Talvez isso esteja ligado à necessidade profissional de juntamente com a atualização das novas descobertas científicas e tecnológicas, além da necessidade de facilitar aos alunos o acesso a essas informações (LIMA e VASCONCELOS, 2006). Ainda de acordo com os mesmos autores, estas dificuldades podem ser ampliadas devido às rápidas transformações das informações científicas, tornando sua formação, após algum tempo, "atrasada". Dessa forma, seria um erro atribuir as deficiências do ensino de Biologia somente à formação do

professor, mas é importante salientar que sua graduação e o processo contínuo que está atrelada a ela são fundamentais nesta superação.

Pode-se afirmar, então, que o ensino de Biologia nas escolas públicas brasileiras sofre fortes influências extrínsecas, como no caso da legislação elaborada por muitos que desconhecem (ou não) a realidade escolar. "Não há dúvidas de que muitos dos problemas que uma determinada escola enfrenta decorrem de questões que estão fora, ou além, das possibilidades da sua equipe de gestão" (DAVID *et al* 2013, p. 360). Além disso, observa-se também que esses fatores afetam diretamente o currículo profissional direcionado (graduação) que pode ser levado em conta para uma melhor qualidade educacional, pois muitos dos desafios encontrados pelos educadores da área são agravados por deficiências nos cursos de licenciatura (LIMA e VASCONCELOS, 2006). Assim, é preocupante o fato de que as possíveis soluções para facilitar o ensino dos conteúdos que envolvem a disciplina citada são passíveis de uma melhor administração pública, pois é um setor em que há ainda muito o que melhorar.

A aprendizagem dos conteúdos que envolve o currículo dessa ciência pode ser facilitada através das práticas experimentais/laboratoriais. Conforme ressaltado anteriormente, é inevitável a sua inserção no ambiente escolar para melhor compreensão dos assuntos. Em casos onde isso não acontece, o ensino pode ficar comprometido, pois as aulas destas disciplinas são essenciais para a construção de um pensamento crítico do aluno perante a sociedade, além de construir um papel de indivíduo ativo e solucionador de problemas enfrentados na atualidade.

Reforçando sobre a necessidade de uma boa formação dos estudantes de Biologia (professores e alunos), Krasilchik (2008, p. 11) reconhece que essa área pode trazer inúmeros benefícios, contribuindo para que

[...]cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da Ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim, o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leve em conta o papel do homem na biosfera.

Para a autora, a Biologia tem muitas possibilidades de mudanças dos contextos sociais modernos. Isso é enfatizado devido à importante função proporcionada por seus diversos momentos de ensino, uma vez que haja condições para tal, além de favorecer a

assimilação dos conhecimentos biológicos, oferecendo ao educando melhor entendimento e participação ativa dos debates contemporâneos.

Dessa forma, o Ensino de Biologia da escola pública brasileira carece de muitos instrumentos escolares físicos e humanos. São inúmeras as situações que acarretam a insuficiência pedagógica, além dos mencionados anteriormente, como salas de aula superlotadas, professores sem formação necessária ou sem continuidade em seus estudos para aprimoramento profissional, pouca atração salarial, e complicações de vulnerabilidade social dos educandos. Essa realidade está presente em parte do território nacional e, assim, torna-se um desafio superá-los. Mesmo diante dessas e outras adversidades, o ensino de Biologia é capaz de progredir e, assim, trazer melhorias através da capacitação profissional, pois conforme Cardoso e França-Carvalho (2014, p. 96) "é consenso o fato de que um dos principais fatores que merecem destaque em busca da melhoria da qualidade do ensino de Biologia nas escolas é a formação dos professores". Para isso, são indispensáveis políticas públicas que foquem na equidade e que, dessa maneira, deem mais oportunidades às classes consideradas menos favorecidas.

2.1 O ensino de Biologia nos PCNEM, PCN+ e DCNEM

A educação, por sua complexa compreensão, busca constantemente orientações que objetivam superar as dificuldades encontradas na aprendizagem, principalmente no ensino básico. Neste intuito, o currículo sendo baseado nas transformações enfrentadas pela sociedade, além das intenções políticas envolvidas, demonstra ser o "carro-chefe" de parte das transformações do sistema, pois auxilia no direcionamento dos conteúdos considerados necessários para aprendizagem dos educandos. Assim, "os currículos são a expressão do equilíbrio de interesses e forças que gravitam sobre o sistema educativo num dado momento, enquanto que através deles se realizam os fins da educação no ensino escolarizado" (SACRISTÁN, 2000, p.17). A escola torna-se, dessa maneira, um dos principais veículos (senão o principal) a colocar em prática através da efetivação pedagógica diária nas suas mais variadas disciplinas curriculares as exigências do currículo educacional.

Não obstante isso, a disciplina de Biologia ofertada no ensino médio possui um modelo curricular a ser seguido. Frente a complexidade de assuntos que essa ciência abrange, Krasilchik (2008) informa que há uma tendência internacional da existência de currículos nacionais que são essenciais na divulgação de uma visão positiva sob a perspectiva de melhoria na qualidade do ensino, e através do poder de apropriação destes. Ainda de acordo

com a autora, as propostas curriculares de Biologia no Brasil tendem a seguir uma estrutura de assuntos comuns às diversas regiões, mas pode haver certo distanciamento quando comparado aos documentos formulados pelas escolas ou vestibulares.

Conforme explicitado acima, é importante dizer que o currículo de Biologia possui uma estrutura (seja sequencial ou não) a ser reproduzido nas escolas mantendo, assim, um padrão nacional. Entretanto há alguns fatores, como as características regionais, que se sobrepõem a isso, além dos objetivos pedagógicos de cada instituição. Ou seja, a peculiaridade do Projeto Político-pedagógico que poderá adaptar este programa disciplinar, dando ênfase a alguns meios de preparação de jovens para ingressarem no mercado de trabalho ou ainda modificá-lo para que estes sejam inseridos na universidade. Mesmo assim, não parece haver razão para que o programa dessa disciplina seja apenas mais um a ser ofertado apenas por obrigatoriedade, mas sim por sua importância na resolução de problemas individuais ou sociais, além de viabilizar oportunidades de equidade aos educandos.

Surge então a necessidade de planejamento dos assuntos a serem abordados em Biologia nas escolas de ensino médio. Para isso, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCN's) procuram aperfeiçoar o currículo da Educação Infantil e dos Ensinos Fundamental e Médio para que cada ente federado (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) possa ter como essência na construção de suas propostas curriculares uma base nacional. Trata-se inegavelmente de uma regulação dos princípios educacionais que são abordados na Constituição Federal e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9.394/1996). Além disso, procuram despertar reflexões que possam favorecer a formulação, execução e avaliação do Projeto Político-Pedagógico (PPP) no intuito de facilitar a prática curricular das instituições de educação básica (BRASIL, 2013).

Em consonância, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) fornecem propostas relacionadas às competências que são pertinentes à disciplina de Biologia, e que tem o objetivo de esclarecer sobre as habilidades básicas e competências específicas a serem reproduzidas pelos estudantes ao final do ensino médio (BRASIL, 2013).

Para que isso seja uma possibilidade praticável, é interessante a formulação de uma base comum para o currículo nacional. Para auxiliar nisto, os PCNEM, DCN's e DCNEM (Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) são referências fundamentais neste processo e, conseqüentemente, influenciam diretamente a formação acadêmica dos estudantes por meio de orientações gerais e específicas dos programas escolares desta disciplina. Os PCNEM, por exemplo, "cumpram o duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e

metodologias" (BRASIL, 2000). Sacristán (2000, p. 30) reforça que "todo modelo ou proposta de educação tem e deve tratar explicitamente o referente curricular". Neste contexto, fica claro que os dois arquivos (PCNEM e DCNEM) ao se integrarem transfiguram-se em guias importantes de propostas curriculares ao esclarecer os assuntos de Biologia a serem abordados ao longo do ensino médio.

Embora possuam propósitos semelhantes, os Parâmetros e as Diretrizes são totalmente distintos, pois enquanto os PCNEM pretendem dar subsídios por meio de orientações gerais da composição curricular escolar de maneira a introduzir inovações no currículo da disciplina, as DCNEM funcionam como uma interpretação da legislação, sendo formas de manter clara a intenção legislativa na prática curricular escolar como normas obrigatórias para a educação básica. A Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996) informam, respectivamente, que "compete privativamente à União legislar sobre as diretrizes e bases da educação nacional" e que estas "nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum". Conforme mencionado, mesmo contendo diferenças, elas têm o mesmo objetivo: melhoria na qualidade da educação básica por meio de uma composição curricular geral.

É importante, porém, ir mais além desta compreensão, envolvendo também a participação ativa do professor na construção do currículo escolar através da seleção dos conteúdos estruturantes. Estes assuntos que delimitam esta área da ciência (ou interconectam-se com outras disciplinas) são incorporados pelos alunos através das metodologias didáticas que os docentes consideram mais adequadas. Nesta visão de currículo, mesmo com intenções particulares, como as metodologias ou críticas aos direcionamentos ofertados pelos PCNEM e/ou DCNEM, os conteúdos selecionados são incorporados ao currículo escolar, e poderão ser (re)adaptados de acordo com as peculiaridades das turmas (PARANÁ, 2008).

Com isso, é importante salientar que

A partir da proposta pedagógica curricular, o professor elaborará seu plano de trabalho docente [...]. No plano, se explicitarão os conteúdos específicos a serem trabalhados nos bimestres, trimestres ou semestres letivos, bem como as especificações metodológicas que fundamentam a relação ensino/aprendizagem, além dos critérios e instrumentos que objetivam a avaliação no cotidiano escolar (PARANÁ, 2008, p. 26).

Fica claro que o docente de Biologia é parte integrante e ativa desse processo, cabendo a ele realizar a seleção dos assuntos mais relevantes para as propostas nacional e local. Isso não significa que a elaboração curricular por ter um direcionamento ou uma

sequência de ideias pré-determinadas a serem colocadas em prática seja uma tarefa simples e de fácil execução.

Para essa composição curricular, o professor encontra orientações inseridas nos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a serem seguidas de maneira que profissionais de diversas partes do país possam exercer um plano curricular comum. Estes parâmetros, elaborados e divulgados no início dos anos 2000, que consideram o ensino de Biologia parte integrante da área denominada Ciências da Natureza e Matemática, ressaltam a importância da interdisciplinaridade para aprendizagem científica, principalmente das disciplinas que formam a área (Física, Química, Biologia e Matemática), não ignorando também o tratamento disciplinar (conteúdos específicos) pois são de mesmo modo fundamentais no progresso estudantil do ensino médio (BRASIL, 2002).

Considerando isto, os PCNEM oportunizam aos alunos o desenvolvimento de competências. Apesar de o termo “competência” possuir diversas interpretações na literatura científica (SACRISTÁN, 2011, p. 37), os Parâmetros se referem a elas como a

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, [...] da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 2000, p.11-12).

Percebe-se na descrição acima que essas competências são essenciais na construção de um ser crítico focado na resolução de problemas, levando ao aluno a capacidade lidar com situações do seu cotidiano. Além disso, a socialização revela-se importante ao adquirir e simultaneamente compartilhar o conhecimento. Sacristán (2011) nos diz que elas se revelam como uma aprendizagem que servirá de base aos educandos para solução de situações particulares ou coletivas.

Por não haver uma única definição de competências os PCNEM as agregam de forma ampla em três outros conjuntos: comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente os conhecimentos (BRASIL, 2003). No ensino de Biologia estão inseridas outras competências em cada um dos conjuntos citados. Observa-se no arquivo divulgado que há recomendações aos docentes em que seus alunos, ao fim do ensino médio, tenham capacidade de colocar em prática os assuntos abordados, isto é, que as competências adquiridas sejam suficientes para estarem envolvidos com o mundo moderno.

No entanto, alguns autores apontam que as orientações encontradas nos PCNEM possuem termos vagos e insuficientes para interpretações positivas e aplicáveis para o ensino

da disciplina. Bizzo (2004, p. 166) informa que o texto trilhou uma vertente com direcionamentos nos quais “os professores de Biologia podem encontrar pouca ou nenhuma contribuição para zelar pela aprendizagem de seus alunos”.

Em contrapartida, para maior esclarecimento dessas descrições, foram lançados também pelo Ministério da Educação (MEC) os PCN+, com sigla semelhante, mas com o intuito de aperfeiçoar e esclarecer, com maior riqueza de detalhes, essas competências e metodologias didático-pedagógicas. Mostra-se com esse caráter, pois apresenta recomendações aos docentes assuntos referentes a execução das propostas curriculares. Enquanto nos PCNEM são apresentadas competências e habilidades por meio de frases curtas e abrangentes no texto complementar (PCN+), elas surgem de forma explicativa para que o docente possa entender as competências gerais da área de Ciências da Natureza e Matemática e, a partir daí, as específicas. Reitera-se o empenho desse documento em vincular as competências da área com as específicas e mostrando ao leitor uma melhor organização das ideias propostas inicialmente pelo PCNEM (BRASIL, 2006).

Os PCNEM complementados (PCN+) contribuem consideravelmente para o ensino da ciência que estuda as características e especificidades do seres vivos. Ao realizar análises críticas sobre os textos, Bizzo (2004, p. 168) relata que “a parte específica de Biologia nos PCN+ constitui-se em verdadeiro manual metodológico, no qual professores podem certamente encontrar numerosas sugestões de como organizar seus cursos”. Associados, estes documentos formam, então, bases para uma referência curricular e metodológica para os professores da disciplina.

Para exemplificar o que foi relatado, encontra-se abaixo um modelo (Quadro 1) de conjunto de competências com exemplos que os PCN+ divulgaram a serem desenvolvidas pelos educandos a partir das competências gerais de Ciências da Natureza propostas pelos PCNEM. O grupo ilustrado é o de “Investigar e Compreender”.

Quadro 1 – Detalhamento de competências na área de Biologia com exemplos

Investigação e compreensão	
Na área	Em Biologia
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar em experimentos ou a partir de observações realizadas no ambiente como determinadas variáveis – tempo, espaço, temperatura e outras condições físicas – interferem em fenômenos biológicos, como, por exemplo, a influência da temperatura no crescimento de microrganismos e no metabolismo dos seres vivos, da salinidade do meio para as trocas de nutrientes ou trocas gasosas, da exposição da planta ao Sol na sua reprodução e propor

	<p>maneiras para controlar os efeitos dessas variáveis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório, ou que envolvem um universo grande, para solucionar problemas tais como: prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias, ou estabelecer relações entre hábitos pessoais e culturais e desenvolvimento de doenças.
Interações, relações e funções, invariantes e transformações	
<p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos. Alterações em qualquer de suas partes desequilibram seu funcionamento, às vezes de maneira irreversível, como ocorre no corpo humano, quando da falência de determinados órgãos, ou quando, em um ecossistema, ocorre perturbação em um dos níveis da teia alimentar. • Identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida. Assim, por exemplo, identificar a predominância de plantas muito altas nas matas tropicais, apontando a relação entre essa característica, a densidade populacional e a necessidade de buscar luz nos estratos superiores, ou, ainda, constatar a presença de folhas mais largas nas plantas que estão crescendo nos estratos inferiores, se comparadas às dos estratos superiores de uma mata densa, relacionando essa característica com o aumento da capacidade de receber luz devido à ampliação da superfície foliar.

Fonte: PCN+ (BRASIL, 2003).

É interessante observar neste quadro que, além de apontar a competência geral para a área de Ciências da Natureza, permite ainda ao profissional aprofundar a competência específica através de exemplos de diversos conteúdos da Biologia. Isso reforça que o ensino dessa disciplina por meio de contextualizações facilita o entendimento de situações reais, resultando em instrumento orientador para que o aluno atue em decisões do cotidiano (BRASIL, 2003).

Diante das indicações abordadas sobre competências, os PCNEM, ainda em seu documento complementar, mostram esclarecimentos por meio de seis temas estruturadores (Quadro 2). Estes temas não modificam os conteúdos já conhecidos, mas reúnem os assuntos de forma a identificar e analisar os principais aspectos sobre a vida (BRASIL, 2003).

Quadro 2 – Temas estruturadores das principais áreas da Biologia

Tema estruturador	Visão geral das competências a serem desenvolvidas pelo aluno
1. Interação entre os seres	Compreender que o meio e os seres vivos constituem um

vivos	conjunto que é inevitável a dependência entre eles. Entender os tipos de relações que existe dos seres vivos ente si e com o ambiente. Perceber que o desenvolvimento sustentável da sociedade se dá por meio da redução das desigualdades sociais. Entender que o ser humano é agente e paciente das transformações e que pode fazer parte dessas modificações para evolução e permanência da vida no planeta. Elaborar ações de intervenção no ambiente. Construir argumentos relativos a suas ideias sobre questões ambientais e propor soluções.
2. Qualidade de vida das populações humanas	Analisar dados apresentados sob diferentes formas para interpretá-los a partir de referenciais econômicos, sociais e científicos. Elaborar diagnósticos referentes às questões ambientais e sociais e de intervenções que visem à melhoria das condições de saúde.
3. Identidade dos seres vivos	Perceber que todas as formas de vida são reconhecidas pela sua organização celular, evidência de sua origem única. Entender que os conhecimentos relativos às características gerais dos seres vivos são fundamentais para que possam se situar e se posicionar no debate contemporâneo sobre as tecnologias de manipulações da vida. Perceber, na imensa diversidade da vida, processos vitais comuns reveladores da origem única dos seres vivos. Compreender as principais tecnologias de manipulação do material genético, como os transgênicos. Possuir senso crítico para os debates ético e ecológico associados à manipulação genética. Avaliar os riscos e os benefícios das manipulações à saúde humana e ao meio ambiente e de se posicionar diante dessas questões.
4. Diversidade da vida	Perceber que os desequilíbrios ambientais, intensificados pela intervenção humana, têm reduzido essa diversidade, e que está ameaçando a sobrevivência da própria vida no planeta. Analisar a distribuição da vida no planeta para perceber que, em determinadas regiões do globo, a biodiversidade é muito maior, e que essas regiões, no entanto, geralmente coincidem com aquelas em que as desigualdades sociais são mais acentuadas e os índices de desenvolvimento humano são os mais baixos. Entender como a vida se diversificou a partir de uma origem comum e dimensionar os problemas relativos à biodiversidade.
5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica	Conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Debater sobre as implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta.
6. Origem e evolução da vida	Confrontar diferentes explicações sobre o assunto, de natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas em diferentes épocas. Perceber a transitoriedade dos

	conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizarem com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e do ser humano em particular. Perceber a singularidade do processo evolutivo em que fatores culturais interagem com os biológicos, e as intervenções humanas apoiadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico alteram o curso desse processo.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: PCN+ (BRASIL, 2003).

Através dos resumos dos temas estruturadores, percebe-se que há oportunidades de o professor identificar e selecionar o que pode ser abordado em suas aulas. Há também a intenção do desenvolvimento de diversas competências pelos alunos, focando em sua vivência, além de oportunizar análises e tomada de decisões a partir de problematizações. Em suma, como afirma Bizzo (2004), estes temas trazem recomendações do uso do tema Ciência-Tecnologia-Sociedade e ainda ressaltando que este seja o principal meio da aprendizagem por competências.

Além de todas as indicações relatadas acima, os PCN+ fornecem orientações de como inserir os seis temas estruturadores nos três anos do ensino médio, pois, o ensino da disciplina requer cuidados ao selecionar os assuntos a serem abordados nesta etapa pela sua ampla dimensão. Devido a isso, é essencial que não haja desorientação nesta seleção para que o objetivo do ensino não se perca ou seja dissipado na elaboração dos planos, pois ao final de uma aula ou de um período letivo “o importante não é que conteúdos o professor desenvolveu, mas quais foram adequadamente assimilados pelos alunos” (BRASIL, 2003, p. 51). Dessa forma, essa opção de seleção dos assuntos a serem trabalhados por um prazo pré-determinado que foi denominada pelo texto de “organização do tratado escolar”, torna-se mais uma forma de apoiar o docente na sua jornada pedagógica.

Após a análise das competências a partir da seleção dos conteúdos, o documento da seção “estratégias para ação” expressa maneiras de como tratar estes temas em sala de aula. Essas recomendações envolvem o trabalho do professor que é fundamental neste processo. Mas para isso, o texto (BRASIL, 2003) aconselha que esse profissional aborde os conteúdos de tal forma que seus alunos possam compreender a conexão entre os conceitos e conhecimentos tecnológicos, além de poder cooperar e solidarizar com seus colegas.

Constata-se ao apreciar o que foi descrito acima, que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e seu texto complementar (PCN+) contém proposições curriculares delimitadas e que pode ser resultado das dimensões histórico-políticas,

perpassando por discussões e reflexões gerais e específicas, como as indicações de planejamento e metodologias de ensino.

Além da existência desses documentos que versam sobre competências e habilidades a serem exercidas pelos alunos de Biologia, há outros textos que indicam a prática dessa forma de ensino por meios legais: as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). Pois, partindo do que está exposto na legislação educacional, que descreve a incumbência da União sobre as orientações das diretrizes e o currículo mínimo da educação básica (BRASIL, 1996), pode-se afirmar que as DCNEM são uma forma de materializar e nortear essas indicações.

Como evidenciado acima, após a LDB de 1996 essas diretrizes “se constituem num conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular de cada unidade escolar” (BRASIL, 1998). Depreende-se, então, que elas são propostas curriculares que podem auxiliar o ensino de Biologia a partir das particularidades locais.

Para tanto, esse documento utiliza algumas legislações para embasamento de seus objetivos e orientações. Dentre elas, cita-se a LDB, que se refere ao currículo informando que este possua uma base nacional comum com uma parte diversificada e que tenha complementações a partir de realidade local (BRASIL, 1996). Isocronicamente, as DCNEM têm a função de norteador pedagógico curricular da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Além da LDB, o Plano Nacional de Educação (PNE) também reforça essa importância, orientando ser necessário

estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa [União, Estados, Distrito Federal e Municípios], diretrizes pedagógicas para a educação básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos(as) alunos(as) para cada ano do Ensino Fundamental e Médio, respeitadas as diversidades regional, estadual e local (BRASIL, 2014).

Como descrito acima, o PNE deixa claro que é primordial a inserção de diretrizes através de uma base nacional com currículo comum, em observância dos direitos dos educandos à aprendizagem para seu desenvolvimento. Tem-se, portanto, nas leis citadas referências essenciais para a construção de guias curriculares para o ensino médio.

Percebe-se, dessa maneira, que as DCNEM são construídas a partir das reflexões e direcionamentos da legislação. Como consequência, o currículo de Biologia encontra-se difundido na área denominada Ciências da Natureza, como já citado anteriormente e indicado também na resolução nº 2, de 30 de janeiro de 2012 e publicada no Diário Oficial da União no

dia 31 do mesmo mês (BRASIL, 2012). Resolução esta que define as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) e que altera outras anteriores. A partir dela, entra em vigor a Lei 13.415/2017, também chamada de reforma do ensino médio ou novas DCNEM, que embasa alterações da LDB relativas a essa etapa e que reforça a necessidade de uma Base Nacional Curricular Comum. Assim sendo, os conteúdos mínimos de Biologia devem ser adotados em todas as instituições de ensino médio do país.

Contudo, é importante perceber que mesmo compondo-se de instrumentos importantíssimos para estruturação do currículo nacional da disciplina, as proposições contidas nas DCNEM não deixam claro quais conteúdos precisam ser adotados e as respectivas metodologias. Bizzo (2004, p. 162) explica que “nenhuma contrapartida fora oferecida para que o professor se apropriasse das propostas das DCNEM.”. Tem-se, dessa maneira, um texto que informa o que deve ser seguido, mas com escassez de elucidação prática do ensino, carecendo, assim, de complementações para melhoria das regulamentações.

Os Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM e DCNEM) demonstram ser um avanço, se compararmos a educação do final da década de 1990 com os dias atuais, pois os textos propõem sugestões de maneira detalhada (ou não), para que a Biologia possa estimular o aluno a entender o meio científico, tendo como base o seu cotidiano, além de poder atuar ativamente na sociedade. Para isso, a inter-relação professor-aluno é imprescindível, pois este elo pode trazer melhorias no ensino acarretando facilitação da aprendizagem.

Sabendo que cada sistema de ensino possui a responsabilidade de elaborar em colaboração com a União uma base curricular comum, cabe aos docentes e às escolas interpretarem criticamente esses documentos para que resulte em aprendizagem efetiva dos conteúdos.

2.2 O ensino de Genética: dificuldades e possibilidades

A Biologia oferece ferramentas para compreender os diversos mecanismos responsáveis por reger a vida em suas mais diversas características. Dentre elas, a transmissão de caracteres envolvidos na reprodução pode ser entendida por meio da área dessa ciência chamada Genética. Mesmo sendo um dos principais ramos científicos da Biologia e importante nos estudos de ideias aprofundadas dessa ciência, seu ensino requer atenção devido a sua complexidade e outros fatores (GOLDBACH, 2017).

A Genética aborda como as características são transmitidas a cada geração, sendo um ramo científico fascinante e com inúmeras possibilidades de para sua compreensão. Afinal, os traços peculiares de cada ser são derivados da ação do material genético herdados de seus genitores. Por isso, é interessante que sejam entendidos seus conceitos básicos. Como assegura Robinson (2015), pode-se dizer que essa área está presente em todos os seres, apesar de muitos a considerarem de difícil domínio, a genética tem como foco principal os conhecimentos relativos à hereditariedade.

Essa área científica é importante na elucidação de pontos fundamentais sobre hereditariedade, devendo ser inserida no currículo do ensino médio com diversidade metodológica. Dessa maneira, sua abordagem em sala de aula exige atenção. Conforme ressalta Rosário (2016), o vocabulário genético é rico em palavras nas quais os alunos têm dificuldade para compreendê-las. Isso pode estar relacionado com o método como os conceitos são apresentados, com pouca ou nenhuma relação com o seu cotidiano. Diversos termos como genes, homocigoto, heterocigoto, recessividade, dominância, além de conceitos matemáticos, são abordados em um curto período de tempo, dificultando sua assimilação. Porém, é um equívoco atribuir a responsabilidade dos rendimentos dos alunos somente a estes fatores. Com isso, dá-se a extrema importância aos cuidados didático-pedagógicos referentes ao assunto, quando também é necessário perceber a relevância da abordagem metodológica para seu melhor entendimento.

Essa dificuldade pode ser percebida a partir de pesquisas já realizadas. Bahar, Johnstone e Hansel (1999, p. 84), por exemplo, destacam que entre elas o uso de "uma linguagem complexa e vasta, com conteúdo matemático com pouco grau de interpretação, além da incerteza do significado de termos considerados semelhantes". Os autores ressaltam a necessidade e reformular as grades curriculares e também sua metodologia, além de demonstrarem preocupação com o fato de que os conteúdos prévios, tidos como básicos para o entendimento da transmissão de genes, parece não ser relevante para introdução e aprofundamento de seu conteúdo. Não é exagero, portanto, esclarecer aos educadores a necessidade de critérios que tornem eficiente a seleção, identificação e sequenciamento dos conteúdos e objetivos de aprendizagem na superação dessas dificuldades (BANET e AYUSO, 2002).

Para além dessas complicações com as palavras e números, a carência de Laboratórios Educacionais (de Biologia, Ciências ou Informática) e a conseqüente minimização de aulas práticas, simulações e demonstrações é um fator acrescentado ao não entendimento dos fenômenos genéticos. Diante dessas problemáticas, Krasilchik (2008) relata

que as aulas podem ser facilitadas com a execução de metodologias que fujam do marasmo das aulas tradicionais e, assim, possam favorecer a aprendizagem por meio de demonstrações, projetos e aulas práticas. No tocante às aulas que envolvem práticas, a autora revela ainda que elas podem contribuir com o aumentando do interesse do educando, além de simplificar o entendimento de conceitos iniciais de alguns assuntos da Biologia.

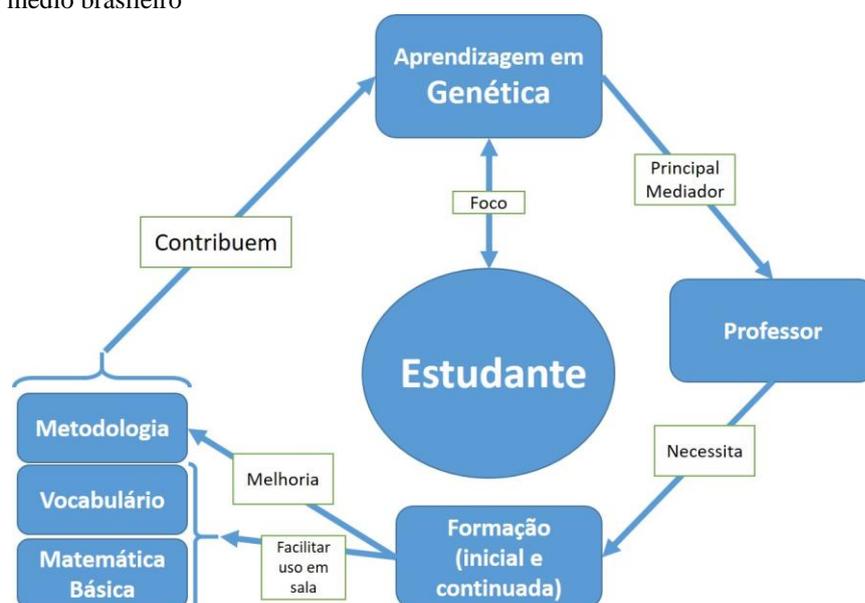
Perante as afirmações, as aulas que são permeadas de cunho científico, como o caso da Genética,

podem ser desenvolvidas com atividades experimentais, mas sem a sofisticação de laboratórios equipados, que poucas escolas de fato possuem, e mesmo as que possuem, é raro que estejam em condições de uso ou que os professores tenham treinamento suficiente para utilizá-los. (BIZZO, 2012, p. 75).

O autor deixa claro, que as práticas científicas podem acontecer nos Laboratórios Educacionais específicos para o ensino de ciências que são fundamentais na aprendizagem, desde que os docentes disponham de formação, e que sejam capazes de aperfeiçoar/adaptar os experimentos. Por isso, vale ressaltar a importante contribuição da ligação entre professor-formação-metodologia. O autor ainda reforça que “o experimento, por si só não garante a aprendizagem” (BIZZO, 2012, p. 75), pois requer do profissional um exercício constante de acompanhamento das dúvidas dos discentes para encontrar novos desafios.

A ilustração a seguir (figura 1) resume os trechos descritos acima, destacando diversos motivos que favorecem a aprendizagem da genética no ensino médio.

Figura 1 – Mapa de fluxo da aprendizagem da herança biológica no ensino médio brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Percebe-se no resumo ilustrativo que a aprendizagem dos assuntos de herança biológica requer um elo entre diversos fatores do processo educacional como, por exemplo, docente e sua formação; professor e aluno; ensino e aprendizagem. Concordando com isso, pode-se dizer que

seria útil se professores preparados para ensinar herança identificassem as ideias básicas explicitamente e as reunissem em um vîgamento conceitual coerente pelo qual os alunos pudessem construir seu conhecimento, desenvolvendo a compreensão de herança genética. Estas ideias incluiriam, por exemplo, o reconhecimento de que os cromossomos são os organizadores da informação genética (JUSTINA e RIPPEL, 2003, p. 7).

No trecho apresentado, é perceptível a convicção de que docentes de Biologia com boa formação podem influenciar diretamente na aprendizagem de genética a partir de metodologias que visem um sequenciamento lógico do assunto. Esta é a razão pela qual é interessante destacar, visto que, a aprendizagem de assuntos com determinado grau de complexidade deve conter uma base de conteúdos prévios para seu entendimento. Conforme mencionado, essa pode ser uma forma de lidar com a compreensão dos conteúdos relativos à herança biológica.

Dessa forma, sabendo-se da existência de obstáculos no entendimento dessa temática, há a necessidade de se buscar procedimentos para superar isso. Espera-se, assim, que o aprendizado dos mecanismos envolvidos na herança biológica seja mais prazeroso aos educandos quando se depararem com um vocabulário biológico simplificado, com revisões de cálculos básicos de matemática, além de outros meios didáticos como os laboratórios de Ciências, de Biologia ou de Informática. Para colaborar com isso, a formação do docente é imprescindível, pois, ao ser questionado sobre metodologias de ensino, e informado sobre o que pode ser realizado em sala de aula, caberá ao profissional refletir sobre a melhor forma de construir a aprendizagem em genética e que isso seja capaz de trazer aos alunos mudanças relativas às suas habilidades e que tenham como consequência a solução de problemas e sua participação crítica na sociedade.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS E O ENSINO: CARACTERIZAÇÃO, UTILIZAÇÃO E SELEÇÃO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS

Ao longo da trajetória da humanidade as tecnologias tornaram-se aliadas para êxito na expansão de seu território, reprodução e comodidade. Com isso, esses anseios tornaram-se tão essenciais para sobrevivência que nem se percebe que são de origem artificial, podendo ser classificados como tecnologias. São denominadas todas as atividades e produtos necessários para relações e construção do bem-estar, e que para sua confecção foram necessários processos de estudos e planejamento (KENSKI, 2017).

As tecnologias relativas à comunicação, no entanto, passam por diversas nomenclaturas. Na visão de Ponte (2000), isso é obstáculo para entender o que ele abrange, pois houve época em que somente os computadores eram citados, passando, assim, no decorrer do tempo a se falar em Novas Tecnologias de Informação (NTIC), além do uso também de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (PONTE, 2000). Posteriormente, a TIC foi mesclada com recursos digitais, como a informática, formando uma nova abordagem conhecida como Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC's) (FONTANA; CORDENONSI, 2015). As TDICS, então, apareceram para aprimorar a comunicação. Através delas todos os tipos de informações são disponíveis, sejam eles sons, vídeos, animações, simulações ou textos (KENSKI, 2017).

Conforme mencionado anteriormente, mesmo havendo inúmeros termos para a utilização das tecnologias que adotam componentes digitais, é interessante reforçar que elas surgiram para simplificar e acelerar a comunicação. O aproveitamento dessas tecnologias é avaliado através de softwares, que no caso são programas educativos que envolvem o processo pedagógico (VESCE, 2013). E para sua melhor disseminação e rápido acesso são elaborados para uso em diferentes tipos de aparelhos eletrônicos como smartphones, computadores e tablets. O relatório do Comitê Gestor de Internet no Brasil (TIC EDUCAÇÃO, 2015) informou que em 2015, aproximadamente metade dos professores da educação básica já utilizaram softwares educativos provenientes da internet. Em 2017, outra pesquisa do mesmo comitê apontou que 96% desses profissionais manusearam computadores para acesso à internet em atividades pedagógicas específicas (TIC EDUCAÇÃO, 2017).

Isso revela que os softwares estão cada vez mais presentes no cotidiano da educação brasileira. Através delas, outros recursos de mídia como vídeos, simulações e animações podem ser apreciados nas aulas para contato inicial, aprofundamento ou até mesmo

revisões de conteúdos. De fato, os *Softwares* Educativos (SE) "são programas para computador com o objetivo de contribuir para aquisição da aprendizagem, com fundamentação pedagógica" (LEITE *et al*, 2009, p. 4). Fica evidente que eles contribuem significativamente com o trabalho docente por serem ferramentas elaboradas para resolver problemas que são específicos de cada área do conhecimento (CAPRON e JONHSON, 2004).

Visto que o crescimento das tecnologias vai de encontro às peculiaridades educacionais oportunizando uma didática inovadora, o meio educacional é permeado por muitos destes que objetivam facilitar a aprendizagem dos mais variados conteúdos e em diversos níveis de ensino (BEZERRA, 2015). Conforme apontado por Bezerra (2015), a compreensão da Biologia pode ser favorecida por meio do uso desses recursos. Antes das possibilidades tecnológicas atuais, haviam algumas dúvidas em relação ao seu uso. Para Silva (2005), mesmo diante dessas possibilidades, a variedade de meios de ensino através de recursos tecnológicos digitais beneficiou os alunos, e daí surgiram muitas incertezas e desconfortos por questionar a necessidade da presença dos docentes nos desafios de aprendizagem, levando equivocadamente à crença de que o professor poderia ser substituído pela TDIC's. Dessa forma, são disponibilizados numerosos recursos digitais aos profissionais de licenciatura em Biologia da Educação Básica. O acesso a essas tecnologias varia, podendo seu acesso ser restrito (pagos), outros acompanham livros didáticos, e ainda existem aqueles que são de livre acesso, sendo necessário apenas conexão com internet para serem usados. Independente da forma de acesso, o objetivo desses softwares é o mesmo: aproximar o aluno de assuntos que em determinados momentos são distantes da realidade ou considerados abstratos. Como exemplos de SE que podem ser utilizados nas aulas de Biologia, podemos citar: PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology - https://phet.colorado.edu/pt_BR/); DVD ROM de Sônia Lopes e Sérgio Rosso (autores de livros didáticos de Biologia – ensino médio - LOPES e ROSSO, 2014, DVD-ROM); Educandus (disponível em <http://www.educandus.com.br/>); Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE, <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>); Virtual Lab - Pearson (<http://virtuallab.pearson.com.br/Laboratorios/Biologia>); Objetos Educacionais da Secretaria de Educação do Estado do Paraná (http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_08/viewcat.php?cid=4).

Diante dos exemplos citados observa-se que

cada um dos diferentes softwares usados na educação, como os tutoriais, a programação, o processador de texto, os softwares multimídia (mesmo a Internet), os softwares para construção de multimídia, as simulações e modelagens e os jogos,

apresenta características que podem favorecer, de maneira mais explícita, o processo de construção do conhecimento (MEC, 199-, p. 72).

É notável a variedade de instrumentos que os SE podem proporcionar. Esse é o motivo pelo qual esses meios tecnológicos são tão importantes no processo educativo, pois sabendo da imensidão metodológico-didática do ensino de Biologia, essa diversidade pode contribuir paralelamente. Dessa maneira, há uma quantidade variada de autores/pesquisadores da disciplina que pretendem diversificar crescentemente os meios citados.

Entretanto, para que essa pluralidade tecnológica digital possa ter efeito positivo é importante ressaltar que a sua elaboração requer prudência, como ressaltou Vesce (2013, s. p.)

Quando se desenvolve um software educacional para apoio ao processo de aprendizagem, de uma determinada área de conhecimento e de um determinado conteúdo, uma das etapas primordiais de sua produção é definir a concepção pedagógica daqueles que estão envolvidos no seu desenvolvimento e implementação.

Em acordo com o que foi citado, percebe-se que é extremamente importante a existência de profissionais capacitados na confecção dos softwares educacionais. Isso não se limita apenas aos seus layouts, as telas de apresentações que devem conter certo grau de atratividade, mas principalmente o que de fato será abordado e como está preparado para interatividade com os atores do processo. Neste sentido, a seleção do software educacional específico para determinados assuntos é crucial para inserção nas aulas. Para auxiliar neste processo de escolha, alguns procedimentos relativos à qualidade do software devem ser considerados e analisados previamente como recomenda Oliveira (2001):

Embora a avaliação do software educacional seja na prática do dia a dia das escolas, ainda uma atividade subjetiva de total aceitação ou rejeição, o conhecimento das características que o tornam adequado ou não ao processo ensino-aprendizagem, das modalidades de interação que se estabelece com o usuário e de sua inter-relação com os objetivos educacionais em específicas situações de ensino, é de fundamental importância para o êxito da relação entre Informática e Educação. (p. 47).

À vista disso, alguns aspectos devem ser observados na seleção desses produtos com base na engenharia de softwares. COBURN (1998) e NIQUINI (1996) apontam como alguns deles: os objetivos; a interatividade; o manuseio fácil (didática); os direcionamentos (manual de orientações); os feedbacks (rápidos e com comentários); o compartilhamento (uso em grupos de alunos); as não interrupções (erros no acesso); a abordagem por assunto; os níveis de dificuldade; e a eficácia (melhor que livro didático ou vídeo).

Assim, é importante na seleção de um SE observar sua objetividade e relação harmônica com o educando. Isso significa dizer também que quanto mais detalhados são os procedimentos avaliativos do funcionamento destes recursos, maior é a inclinação à facilidade

para seleção e, logo, melhores os instrumentos tecnológicos disponíveis. O idealizador dessas ferramentas poderia focar no usuário, fornecendo a oportunidade de cumprir com os objetivos dos softwares (OLIVEIRA, 2001). Porém, é preciso ressaltar que parte destes materiais, ainda que elaborados por especialistas, poderiam acelerar a relação entre o conhecimento e o aluno, com auxílio de outros profissionais da Educação.

Os dispositivos citados podem revolucionar a maneira de educar, cabendo ao docente ser mediador do processo educacional, transformando aquilo que é considerado de difícil compreensão em acessível para os estudantes. Edgar Morin (1998, p. 4) enfatizou que "hoje, é preciso inventar um novo modelo de educação, já que estamos numa época que favorece a oportunidade de disseminar um outro modo de pensamento". Para isso, o professor deve proporcionar uma dinamização no seu ritmo de trabalho em sala e refletir sobre os resultados que o tradicionalismo tem acarretado, visto que, as

Aulas que privilegiam apenas exposições orais tendem a ser cada vez mais curtas, porque mantêm os estudantes atentos e concentrados por pouco tempo. Nesse sentido, as tecnologias digitais oferecem diferentes possibilidades de aprendizagem e, se bem utilizadas pela escola, constituem-se como oportunidade para que os alunos possam aprender mais e melhor (BACICH, NETO e TREVISANI, 2015, p. 49).

Sendo assim, as Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação são ferramentas que realizam a proximidade na interlocução entre os sujeitos. Analisando sob a ótica da sua importância na educação, se aplicadas corretamente, podem facilitar o ensino na perspectiva de interação entre os assuntos e aprendizagem dos alunos, mediando o papel principal da docência. Dessa maneira, os resultados podem ser positivos a partir da organização das informações e conteúdos com o direcionamento adequado. Além disso, mostram-se meios interessantes para aguçar a curiosidade revelando-se em métodos de ensino capazes de trazer mudanças significativas.

3.1 O uso de softwares educativos no ensino de Biologia: um diálogo possível

O ensino de Biologia possui suas complicações assim como diversas outras disciplinas da base curricular comum no nível médio. Ela diferencia-se das demais em vários aspectos, tipo a quantidade de termos estranhos ao vocabulário comum dos alunos e a necessidade de práticas ou experimentos constantes para fixação de determinados assuntos. A coexistência de teoria e prática cumpre aquilo que está na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (35, IV), quando estipula que é necessária "a compreensão dos

fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996). No entanto, há situações diárias de comunicação que são enfrentadas por alunos e professores durante as aulas de Biologia. O diálogo pode ser realizado por mensagens que são transmitidas de várias maneiras, e os docentes estão ficando cada vez mais cientes dos problemas decorrentes (KRASILCHIK, 2008). Percebe-se que até mesmo as aulas consideradas simples, devido ao seu formato tradicional, são embaraçosas para que haja o resultado ideal, pois nas aulas de Biologia são usadas palavras desconhecidas pelos alunos (KRASILCHIK, 2008).

Além dessa dificuldade, a precariedade da estrutura de muitas escolas, principalmente as públicas, inviabiliza a ocorrência de aulas com atividades laboratoriais adequadas. Ainda que os professores abordem estratégias que convirjam para esse tipo de aula, haverá complicações quanto a frequência adequada às suas execuções, mas que podem ser explicadas por outras condições que as escolas e docentes enfrentam, como materiais disponíveis, formação adequada e tempo para sua preparação. Por isso, as tecnologias digitais podem ser um meio alternativo para o enfrentamento destas situações.

Com base naquilo que já foi exposto, algumas das situações didáticas tecnológicas digitais em Biologia são aplicadas por meio dos softwares educativos. Um exemplo de um desses recursos elaborados para utilização livre, é da Editora AJS acessado no link da própria página denominado “Conteúdo Digital” (figura 2). Para sua exploração, após estar conectado, é necessário que o usuário acesse os livros disponíveis na mesma plataforma e, dessa maneira, poderá fazer uso de diversas metodologias como vídeos, animações, jogos e simulações biológicas (figura 3).

Figura 2 – Página principal do Site da Editora AJS para acesso a materiais de Biologia



Fonte: Editora AJS. Disponível

em:<<http://www.editoraajs.com.br/pnld2015/biologia/#/apresentacao>>.

Acesso em: 22 abr. 2019.

Figura 3 – Página da editora AJS com índice dos Objetos Educacionais utilizados no ensino de Biologia

Índice de Objetos Digitais - Biologia volume 3	
Vídeo Animação Jogo Infográficos Simulador Testes	
Vídeo A viagem humana..... 23	Vídeo A fecundação..... 191
Vídeo Aparelho locomotor..... 34	Vídeo Testes..... 191
Vídeo Controle muscular..... 43	Vídeo Investigando documentos I..... 193
Vídeo Sistema nervoso..... 53	Vídeo Características humanas..... 195
Vídeo O olho humano e a luz..... 61	Vídeo Investigando documentos II..... 199
Vídeo Da retina ao cérebro e audição..... 64	Vídeo Lípidos glicolipídios..... 230
Vídeo Músculo e hipertrofia..... 71	Vídeo Cromossomos e DNA..... 224
Vídeo Sistema digestório..... 80	Vídeo Células Líbicas de proteínas..... 224
Vídeo Sistema respiratório..... 102	Vídeo Sintese proteica..... 229
Vídeo Troca gasosa no alvéolo pulmonar..... 106	Vídeo Análise de DNA..... 239
Vídeo Sistema cardiovascular..... 110	Vídeo Testes..... 245
Vídeo Coagulação sanguínea..... 115	Vídeo Adaptação dos seres vivos..... 257
Vídeo Sistema urinário..... 120	Vídeo A viagem de Darwin..... 259
Vídeo Sistema genital feminino..... 129	Vídeo Testes..... 269
Vídeo Sistema genital masculino..... 139	

Fonte: Editora AJS. Disponível

em:<<http://www.editoraajs.com.br/pnld2015/biologia/#/apresentacao>>.

Acesso em: 22 abr. 2019.

As imagens apresentadas (FIGURAS 2 e 3) são um convite ao envolvimento com os assuntos biológicos. Além disso, possuem poucos textos e com oportunidade de entendimento dos conteúdos através de resumos, interação e intervenção (simulações).

Recursos digitais são opções de excelência no auxílio e complementação das metodologias do ensino. Como ressalta Perrenoud (2000), o docente de Biologia tem a oportunidade de realizar experiências que faria nos laboratórios através desses programas de computador, já que estes otimizam sua duração, podendo acontecer em minutos, acelerando os testes com saldo de tempo para reparação de possíveis erros, a partir dos resultados obtidos. Notoriamente, esses recursos são formas educativas que podem ser aliadas dos professores para minimização das situações já relatadas. O que não pode existir é a proposição da substituição das aulas práticas nos laboratórios pelo uso desses meios tecnológicos digitais. Isso significa dizer que os mais variados métodos de ensino são interessantes e merecem sua devida importância e que essas tecnologias são aliadas valiosas no processo educativo.

Mesmo diante dessas alternativas, ainda há um longo caminho a seguir para a efetiva mudança em relação ao uso dessas tecnologias nos ambientes escolares. Nessa situação, fica explícito que existem profissionais da educação resistentes quando se refere à implantação desses meios. De acordo com Moran (2012), o que deixa apreensivo é a existência de instituições brasileiras de ensino com pouca inserção tecnológica, ou ainda quando as possuem, não os manuseiam da maneira que pudesse trazer benefícios pedagógicos eficientes. Embora haja escolas desse tipo, há otimismo em perceber que muitos profissionais estão assumindo atitudes para uma mudança considerada positiva tornando as vivências

pedagógicas mais ricas e com práticas inovadoras, como as tecnologias digitais ressaltadas (MORAN, 2012).

Os *Softwares* Educativos podem proporcionar benefícios no acompanhamento pedagógico, desde que planejados para fim específico. Para uso na disciplina de Biologia, é fundamental considerar que o ensino desta requer o conhecimento de um vocabulário específico pouco familiar ao estudante do nível médio. Bacich e Moran (2018) ressaltam que a facilidade de acesso às tecnologias digitais torna-se importante para que as referidas propostas sejam colocadas em prática nas escolas, e para que estes mesmos locais não possam deixar de usá-las devido ao ritmo acelerado de produção de novos aparatos tecnológicos como, por exemplo, os SE. Assim, para facilitar a aplicação dos SE no ensino de Biologia, o computador é um instrumento primordial. Esse eletrônico configura-se importante nesta etapa, pois ele

Serve para fornecer dados e permitir a participação do aluno na solução de problemas. Trabalhando no seu próprio ritmo, o aluno se envolve em simulações de experiências que seriam inviáveis no laboratório, o que permite a análise imediata dos resultados e, quando necessário, a revisão de suas hipóteses e a reformulação dos seus projetos. (KRASILCHIK, 2008, p. 111).

A partir do que a autora informa, percebe-se que o uso do computador nas aulas de Biologia pode ser útil para o entendimento de determinados assuntos a partir do aproveitamento dos recursos contidos nos SE específicos. Sendo instrumentos que estão cada vez mais presentes nas instituições da educação básica brasileira, podem ser amplamente experimentados por permitirem aos educandos sua autonomia ao participar na solução de problemas, prever resultados e rever suas ideias.

Fica claro, que com o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, como os SE, por exemplo, "o estudante passa a pensar e a agir de forma muito próxima à dos cientistas em seus laboratórios, que estão constantemente experimentando, chegando a soluções por meio de tentativas que são aceitas ou descartadas" (KRASILCHIK, 2008, p. 111).

Por todas essas razões, torna-se evidente que as TDIC's são aliadas indispensáveis no aproveitamento pedagógico. Vê-se, pois, que uma variedade delas, como os SE, são componentes tecnológicos que os professores de Biologia podem explorar em suas aulas para facilitação do seu trabalho, transformando-se, assim, em mediadores e facilitadores da aprendizagem. Logo, é indubitável o fato de que o estudo de disciplinas consideradas "difíceis" (por diversos fatores já relatados) pode ser simplificado com a variedade dos SE

que adotam metodologias que despertem nos alunos a vontade de aprender a partir da interação e que, dessa maneira, sintam-se parte integrante da sua própria aprendizagem.

3.1.1 O uso de Softwares Educativos e o ensino de genética

Em sala de aula, para que o docente alcance seus objetivos ao lecionar assuntos que abordam as ideias sobre hereditariedade, é necessário possuir uma diversidade metodológica e conhecer bem as dificuldades e possibilidades de seus parceiros de turma (os alunos). Isso se dá em parte pelo fato de que "o avanço do conhecimento genético não se limita apenas a responder questões relativas à identificação dos genes, mas a entender melhor e mais rapidamente como funciona a vida no planeta" (GIACÓIA, 2006, p. 25). Isso exige qualificação do profissional do magistério de Biologia a fim de que essas situações sejam superadas.

Alguns instrumentos tecnológicos digitais, como os SE podem colaborar para além desse cenário, pois a base do entendimento desse ramo científico sugere a aprendizagem de diversos termos, que podem desacelerar sua compreensão. O ensino dessa área pode trazer contribuições significativas à sua aprendizagem a partir da proximidade entre professor e aluno. Como afirma Ponte (2000), essa relação pode crescer cada vez mais pelo uso das TIC's, principalmente, as que são mais utilizadas nas aulas. É interessante observar que os SE estão inseridos nessas Tecnologias Digitais e que podem ser utilizadas com destaque no ensino de nível médio com frequência.

Enche-se então de expectativa para maior uso destes Softwares para aprendizagem de genética, uma vez que esses meios são parte integrante dos mecanismos de ensino por intermédio do computador, uma peça crucial para sua funcionalidade. Dá-se destaque a este aparelho pelo seu fácil acesso nos ambientes escolares. Pacievitch (2011) declarou que computador e software estão intimamente ligados para facilitar o ensino e, com isso, o aluno pode manipulá-los para acelerar sua aprendizagem.

Os SE são essenciais para que as informações planejadas previamente pelos docentes atinjam o público-alvo. Dessa forma, a genética pode ser beneficiada com metodologias tecnológicas, sejam elas demonstradas por meio de vídeos, softwares citados.

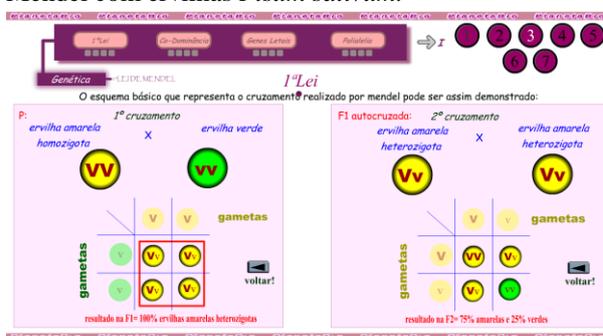
Perante esses meios, o docente não pode implementar os SE somente por considerar que estes dispositivos estejam na "moda" ou ainda se não os conhecer. Porém, há necessidade em questionar sua importância e observar se existem resultados já comprovados. Independente de referências, é imprescindível que ele mesmo faça análises antes de as

práticas educativas serem colocadas à disposição dos alunos. Essa preocupação é necessária para que o tempo pedagógico não seja desperdiçado, evitando resultados negativos. Assim, alguns autores indicam os profissionais a revisarem os métodos de ensino com uso das tecnologias citadas, em que pode-se refletir: "essa tecnologia permite que os alunos façam algo novo ou façam com que alguma coisa seja mais eficiente? Se a resposta for não, então não a use" (STUMPENHORST, 2018, p. 93).

Os SE, portanto, contribuem com a construção de metodologias dinâmicas e interativas para o entendimento do mundo real, possibilitando o entendimento e proximidade de assuntos considerados complexos e que em sala de aula ou em laboratórios das escolas seriam improváveis a efetivação das práticas. Para isso ser realidade no âmbito estudantil o professor deve se colocar em posição ativa e de colaboração, passando a entender de perto o funcionamento e os objetivos destas ferramentas. Dessa forma, "a simulação de um fenômeno biológico em computadores motiva a aprendizagem, já que a interface gráfica e a possibilidade de explorar as variáveis do ambiente servem de estímulo ao aluno" (FIGUEIREDO, 2011, p. 498). Conforme mencionado pelo autor, esse ramo científico possui características que lhes são peculiares, como os termos genéticos específicos, por exemplo, pode ser lecionado com auxílio desses dispositivos que podem ser constituídos por diversos meios que se apoiam na comunicação ativa com os estudantes.

Diante dessas reflexões alguns pesquisadores da área educacional que dominam as tendências tecnológicas digitais e as inserem em seus trabalhos, resultando em excelentes produtos ao ensino da hereditariedade, disponibilizam alguns dispositivos que podem ser incorporados nas aulas de genética mendeliana no ensino médio (figuras 4a e 4b).

Figura 4a – Simulador de cruzamentos da 1ª Lei de Mendel com ervilhas *Pisum sativum*.



Fonte: Portal do Professor.
 Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica/Aula.html?aula=1954>>.
 Acesso em 26 abr. 2019.

Figura 4b – Simulador de Probabilidades com cruzamento de ervilhas *Pisum sativum*.



Fonte: GNT-Cyst 2.0.
 Disponível em: <<https://github.com/eryckpedro/GNT-Cyst-2.0>>.
 Acesso em: 26 abr. 2019.

Observa-se nas ilustrações acima (figuras 4a e 4b) que os SE apresentados são simuladores de situações genéticas, podendo ser utilizados com praticidade e rapidez. Eles dispõem de layouts atrativos e dinâmicos, direcionando-os à interatividade, além de conter breve leitura que levam os atores ao maior investimento de tempo na solução de problemas, previsão de resultados e análise dos erros. Neste momento os docentes têm a chance de mediar o processo no intuito de alcançar os objetivos traçados em seu plano de aula com maior agilidade. Isso reforça que as tecnologias digitais citadas são tendências pedagógicas que oportunizam os exercícios intelectuais e propiciam as relações afetivas e sociais de alunos e professores em quaisquer que sejam os níveis de ensino (PONTE, 2000).

Nota-se que os SE são suportes excelentes para o ensino. Dentre os diversos materiais interativos que estes podem conter como, por exemplo, os vídeos, imagens, sons e animações, as simulações destacam-se como úteis no ensino de genética, pois

Apresentam-se como instrumentos potenciais para as aulas, por servirem de meio motivacional, de organizadores prévios, de facilitadores de entendimento, muito mais significativamente do que as representações que buscamos fazer no quadro negro. Mas devemos ter o cuidado e observar que nem sempre existe um entendimento claro por parte do estudante do evento que está sendo simulado, cabendo ao professor o papel de verificar se realmente o estudante o entendeu, ou se apenas acha que entendeu. (HELKLER, SARAIVA e FILHO, 2007, p. 272).

Os autores expressam notadamente que os simuladores disponíveis nos SE contêm fatores que são essenciais quando abordados no ensino de diversos conteúdos. As evidências são maiores quando o tradicionalismo da sala de aula passa a ser considerado laborioso ao se tentar, por exemplo, realizar aulas de cunho científico e ao mesmo tempo buscar aproximar os estudantes daquilo que acontece na realidade. Aliado a isso, a participação direta e a visão acurada da docência ao permitir que esses meios sejam colocados em prática são fundamentais com a intenção de que os estudantes não desviem sua atenção e não se distanciem dos objetivos didáticos.

Diante dessas análises, os *Softwares* Educativos podem contribuir consideravelmente no ensino de genética por inúmeros episódios que convergem para um diálogo possível. Por essa área da ciência conter, por exemplo, vários experimentos que objetivam compreender determinados resultados, um SE específico pode ser utilizado com a finalidade de elucidar e esclarecer aos educandos através de vídeos ou animações. Para além disso, em outras ocasiões o estudo da hereditariedade solicita análises de cruzamentos genéticos que, geralmente, requer cuidados, seja pelo fato de o tempo ser dispendioso para sua observação ou até mesmo o cenário não ser próximo da realidade dos alunos. Na minimização

disso, os meios educacionais relatados ofertam simulações capazes de conseguir bastante aproximação entre conteúdo-estudante.

Colaborando com o que fora discutido acima, Norkus (2014, p. 38) ao investigar essas ferramentas informa que

A utilização dos softwares educacionais pode se apresentar como alternativa para o desenvolvimento dos conceitos biológicos relacionados à disciplina de Biologia no Ensino Médio, entre outros, por meio das atividades propostas pelo software selecionado, possibilitando a redução do grau de dificuldade na aprendizagem dos conceitos relacionados à disciplina de Biologia, através da interação estabelecida entre o aluno e o tema selecionado. Com a realização das atividades propostas pelo software, em concordância com o projeto pedagógico da escola, o aluno tem a oportunidade da participação ativa no processo de aprendizagem.

A descrição realizada pela autora amplia a ideia de que os SE são mecanismos pedagógicos essenciais para a realização das aulas de genética, pois os assuntos selecionados pelos professores em suas respectivas redes de ensino e locais de trabalho necessitam de uso constante de metodologias que favoreçam a aprendizagem mediante a atuação do aluno frente a esses recursos.

Espera-se, dessa maneira, que as técnicas de ensino de genética sejam repensadas para ajustarem-se aos meios tecnológicos digitais dispostos de várias formas. Portanto, os docentes têm a autonomia para perceber que estes recursos são favoráveis aos estudos científicos em sala de aula e que os usuários a que esses meios se destinam serão contemplados ao conseguirem entender, avançar, aprimorar e revisar os estudos relativos à hereditariedade. Isso remete ao pensamento de que os profissionais do magistério estarão constantemente pesquisando e aperfeiçoando formas de ensino que são consideradas primordiais para efetivação da aprendizagem, pois, "assim como um trabalho de um médico muda com novos instrumentos e tecnologias, assim também deve ocorrer com o trabalho de um professor." (STUMPENHORST, 2018, p. 2).

4 A FIGURA DO PROFESSOR MEDIADOR

O ensino tradicional persiste atuando nas escolas mesmo depois da descoberta de alternativas que tornam mais dinâmica e atraente a formação acadêmica, profissional e social dos estudantes. Com isso, é atribuída uma atuação insignificante aos alunos, que "assimilam" conhecimento decorando o que lhes é ofertado, e a escola passa a ser o polo central em que o conhecimento é adquirido pela transmissão mecânica das ideias (MIZUKAMI, 1986). Dessa forma, o ato de educar "é puro treino, é pura transferência de conteúdo, é quase adestramento, é puro exercício de adaptação ao mundo" (FREIRE, 2000, p. 101). Na prática, isso provoca ausência do diálogo, pois a forma de ensino é considerada uma maneira de depositar, "em que os educandos são os depositários e o educador o depositante; o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados" (FREIRE, 2005, p. 67 e 68). Vê-se, pois, ao aprofundar e perpetuar isso, que a educação está distante de ser transformadora da sociedade e descarta a ideia do protagonismo estudantil na esperança de seu próprio sucesso.

Nesse cenário, permeado de metodologias tradicionais, o ensino é considerado a mais importante nas etapas de crescimento intelectual do educando, que ele é um agente passivo da construção do saber (PAPERT, 1996). O que pode ser preocupante, também, é que o professor que deveria ser o agente transformador, sofre influências culturais para permanência da metodologia tradicional, incorporando, assim a ideia de que é apenas o "transmissor dos conteúdos", colocando o processo educativo em alerta.

Mesmo com a sobreposição de atitudes tradicionalistas, os alunos têm a oportunidade de se distanciar desse tipo de opressão. Como oprimidos, sua emancipação dá-se através da mudança desse tipo de docente, considerado opressor para a educação denominada libertadora ou problematizadora onde, neste caso, o professor passa a ser o agente que induz a busca do conhecimento, das discussões, contrapondo-se à educação bancária que não valoriza a formação do sujeito em sua totalidade cultural (FREIRE, 2005). Assim, o educador passa a realizar sua função primordial que, sem ela, não seria possível a discussão do saber e sua assimilação: a mediação nas situações didáticas.

É expressamente notável o que um dos ícones da pedagogia brasileira expressa sobre a relevância que o docente detém na transformação educacional a partir da sua atuação interativa com o educando. Neste sentido, é urgente o distanciamento do sistema de ensino dos modelos tradicionais, com a imediata aproximação dos meios pedagógicos mediatizadores

nos quais proporcionem aprendizagem que contemple as mais diversas áreas do saber e que atinjam o desenvolvimento de competências individuais para aplicação nos setores pessoal e profissional (futuro) dos alunos.

Esforçando-se para adesão a essa alternativa, o profissional do magistério tem se empenhado na jornada que visa lidar com os alunos por meio da mediação do conhecimento gerando maior aproximação na conexão professor-conteúdo-aluno. Emerge, então, um profissional capaz de evitar ser o detentor do saber, permitindo momentos que induzam seus parceiros de sala a traçar alternativas de aprendizagem.

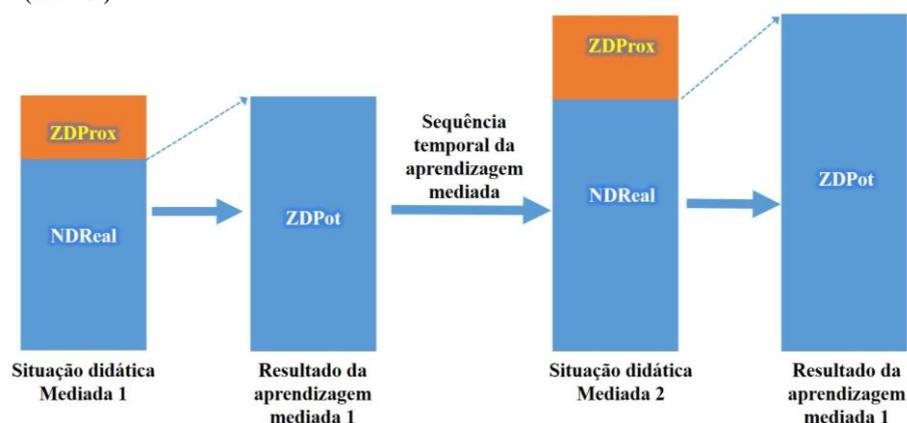
Assim, essa relação torna os estudantes cada vez mais ativos permitindo melhor a colaboração para sua própria aprendizagem. Essa ação sincrônica parte do princípio de que a espécie humana aprende com seus pares através da linguagem e que para isso são utilizados signos e símbolos para seu aperfeiçoamento e assimilação de ideias, denotando, assim, a existência de um elo entre a fala e o raciocínio prático (VIGOTSKI, 2007). Os signos figuram-se, portanto, em grandes intermediadores da aprendizagem sendo a intervenção docente parte fundamental neste processo em que a ação didática mediada é interpretada como as ações docentes facilitadoras e motivadoras educacionais, aproximando os educandos dos assuntos a serem compreendidos (LAKOMY, 2008; MORAN, MASETTO e BEHRENS, 2013).

É através dessa prática educativa que os estudantes com suas ideias e valores culturais já internalizados são capazes de adquirir novos modelos cognitivos com o auxílio de um mediador educacional: o professor. Este é imprescindível no processo por instigar um dos níveis de desenvolvimento do estudante, denominado por Vigotski de Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDPot). Ela é "determinada através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes" (VIGOTSKI, 2007, p. 97). Para se chegar a esse desenvolvimento cognitivo, o educando além da relação com o outro, é detentor de habilidades prévias que tornam viáveis a solução independente de problemas, onde estas encontram-se no Nível de Desenvolvimento Real (NDReal) (VIGOTSKI, 2007).

A figura 5 destaca a importância da mediação pedagógica na aprendizagem. Observa-se que há um intervalo para se alcançar o desenvolvimento potencial a partir do NDReal através das situações didáticas mediadas. Essa diferença é essencial na aprendizagem entre os mais capazes e seus agentes interativos, conhecida como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDProx) (VIGOTSKI, 2007). É por meio dela que a cognição é preparada para a concretização das ideias. Além disso, é ela que

Define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de "brotos" ou "flores" do desenvolvimento, em vez de "frutos" do desenvolvimento. (p. 98).

Figura 5 – Nível de Desenvolvimento Real (NDReal); Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDProx); e Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDPot).



Fonte: Adaptado de Vigotski (2007).

Vigotski (2007) deixa claro que a ZDProx pode ser uma grande aliada nas intermediações didáticas por indicar ao docente pontos que no método tradicional não seriam possíveis. Cita-se, como exemplo, o diálogo de assuntos que já foram compreendidos pelos educandos, e a partir deles prevê possíveis falhas no processo, ou seja, pode-se fazer o acompanhamento do progresso de assimilação dos conteúdos que estão apenas iniciando, e realizar possíveis correções (VIGOTSKI, 2007). Destarte, "o professor não deve focar aquilo que a criança já aprendeu, mas o que ela realmente necessita aprender para atingir o seu desenvolvimento real" (LAKOMY, 2008, p. 43).

Evidencia-se com isso que o educador é responsável em manter uma ligação entre o aluno e aquilo que este irá aprender na escola (saber ensinar). Nesta ótica, o professor deve considerar também importantes as interações sociais, visto que os discentes possuem saberes de referência (CHEVALLARD apud VIDAL, MAIA e SANTOS, 2002). Esse mediador, portanto, tem o compromisso em tornar o conhecimento científico formal em conteúdos escolares que colaborem com a construção de saberes passíveis de serem internalizados e que tragam mudanças comportamentais individuais e sociais. Sendo um profissional indubitavelmente essencial na relação entre aluno e o saber dos conteúdos, os autores deixam claro que o estabelecimento das interações para o que o aluno seja sujeito ativo deve acontecer a partir das ações do professor. (VIDAL, MAIA e SANTOS, 2002, p. 1.17).

Observa-se que a aprendizagem escolar tem como base fundamental a estreita postura relacional entre professor e aluno. Essa parceria transfigura-se numa chave importante do processo educacional por diversos fatores como, por exemplo, a confiança que estes podem cultivar no outro. Desse modo, os laços crescem à medida que alunos se sentem à vontade em perguntar, questionar, além de perceberem que estão inseridos no contexto educacional, e que fazem parte de sua própria formação. Com isso, o professor ao notar que os educandos se empenham cada vez mais em busca da aprendizagem efetiva, também se esforça no intuito de provocar os saberes e, assim, permitir que sua profissão desempenhe um papel extremamente importante na sociedade. A atuação do professor, portanto,

é essencial na organização e no direcionamento do processo. O objetivo é que, gradativamente, ele planeje atividades que possam atender às demandas reais da sala de aula, identificando a necessidade de que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma colaborativa, com foco no compartilhamento de experiências e na construção do conhecimento a partir das interações com o grupo. Essas interações, em alguns momentos, são feitas por meio de tecnologias digitais e, em outros, acontecem nas discussões de questões levantadas em sala de aula e na utilização dos mais variados tipos de materiais (BACICH, NETO e TREVISANI, 2015, p. 23).

Nota-se na descrição que a sistematização das aulas, desde a organização até a atuação do professor interagindo com o aluno, são atividades inerentes às peculiaridades do magistério. É interessante elencar também que a relação professor-aluno-conteúdo pode ser realizada por diversos meios de ensino. Para compreensão efetiva dos conhecimentos a comunicação é fator preponderante e que deve ser organizado de maneira a aproximar o aluno de sua realidade e, assim, facilitar o ensino e a aprendizagem (VIDAL, MAIA e SANTOS, 2002).

Diante das discussões, fica evidente que a mediação pedagógica é uma das alternativas de superação às metodologias tradicionais que aprisionam as ideias e reflexões dos educandos e comprometem sua aprendizagem. De fato, a aquisição de conhecimento está relacionada ao favorecimento de oportunidades relativas à ação do próprio indivíduo com auxílio do outro a partir do contexto social vivido. Eleva-se, então, a responsabilidade do educador ao abrir novos caminhos a serem trilhados pela inovação e aperfeiçoamento dos meios educacionais e que estes possibilitam uma visão ampla de que a educação pode proporcionar a transformação social. Com isso, a figura do professor considerado "dono do saber", que foi propagada durante muito tempo como principal metodologia a ser seguida, dá espaço ao incentivador de participações, instigador de curiosidades, provocador de discussões, enfim, auxiliador nas transformações das atitudes dos atores escolares. Vigotski (2007) é esclarecedor ao relatar que as crianças ao realizarem tarefas com ajuda de alguém, serão

capazes de fazer tais atividades com esforço próprio. Inevitavelmente, a interação em sala de aula revela o compromisso que o profissional do magistério assume com os educandos que passam a ser também agentes ativos do processo e, dessa maneira, ele manifesta sua real importância na contribuição pedagógica.

4.1 O uso das tecnologias digitais mediadas pelo professor de Biologia

A educação está vivenciando um momento em que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC's) estão cada vez mais presentes nos espaços, sejam eles formais (instituições escolares da educação básica e do ensino superior, definidas na Lei 9394/96) ou não formais. A facilidade de acesso a esses meios que contêm atividades com diversos tipos de conteúdos (jogos, vídeos, músicas, textos) e disponíveis em vários ambientes (computadores, smartphones, tablets) contribui na sua expansão e inserção no ambiente escolar.

Esses recursos são grandes aliados na manifestação do currículo escolar. Para isso, o professor deve empenhar-se na busca de entender a complexidade cognitiva dos alunos a fim de repensar a elaboração de um currículo que atinja suas capacidades individuais. Nessa perspectiva, o ideal não é apenas usar sem causar impacto algum, mas de inserir as tecnologias digitais em sala de aula ativamente no enfrentamento dos desafios escolares, tendo a percepção que estes são auxiliares do processo (KENSKI, 2013).

Com a ausência das TDIC's na escola, as aulas tradicionais são alternativas didáticas; o professor passa a ser uma figura considerada superior, a autoridade máxima em sala de aula e, por vezes, autoritária. Esse distanciamento causa sentimento de inferioridade dos estudantes e, assim, resulta em um ser com magnificência do saber. Em contrapartida, esses meios tecnológicos fazem as informações serem transmitidas de forma muito rápida. Cabe, portanto, a seguinte reflexão sobre a postura do educador na contemporaneidade: com a disponibilidade de informações causadas pelos avanços tecnológicos, como pode ainda existir alguém considerado o detentor do saber?

As tecnologias em questão são essenciais na mudança do ritmo e forma de aprendizagem. Não se pode desconsiderar essa importância, dado que estes meios têm demonstrado eficiência na educação. Outro fator significativo é a importância do professor na mediação do conhecimento a partir do seu uso, uma vez que somos educados a partir da presença do outro (NÓVOA, 2010). Mesmo dando visibilidade a uma esfera educacional com

novas possibilidades com a utilização das TDIC's, verifica-se que a presença de um mediador no processo pedagógico é fundamental para a aprendizagem.

Está embutida aí a ajuda do professor para o desenvolvimento das competências do pensar, em função do que coloca problemas, pergunta, dialoga, ouve os alunos, ensina-os a argumentar, abre espaço para expressarem seus pensamentos, sentimentos, desejos, de modo que tragam para a aula sua realidade vivida. É nisso que consiste a ajuda pedagógica ou mediação pedagógica (LIBÂNEO, 2011, p. 13).

A partir desse discurso, é interessante destacar que as tecnologias utilizadas na educação são recursos facilitadores de conteúdos direcionados e que requer a mediação dos professores. Dessa maneira, esses profissionais que atuam na disciplina Biologia podem simplificar suas aulas em razão da existência da diversidade didática contida nesses recursos como animações, simulações, vídeos, imagens (desenhos ou fotografias), textos, músicas, e que nos momentos de uso os estudantes sejam atuantes provendo, assim, meios para melhoria de sua aprendizagem.

Sabe-se, portanto, que o ensino de Biologia requer atenção no que se refere à nomenclatura e conceitos que por vezes podem se tornar abstratos por carência de recursos que elucidam seu entendimento (SANTOS e SANTANA, 2018). Caso o professor não tenha acuidade na elaboração, execução e avaliação de suas aulas, e não conseguir perceber as dificuldades na assimilação dos assuntos, surge, assim, uma possibilidade de distanciamento cada vez maior entre os assuntos discutidos e a efetivação da aprendizagem dos assuntos biológicos.

Mas, diante desse quadro em que a educação e comunicação são ações concomitantes no fazer pedagógico, o professor de Biologia assume papel de mediador exigindo dos estudantes independência na aproximação dos conteúdos (OLIVEIRA e LIMA, 2018). À vista disso, o educador passa a refletir sobre

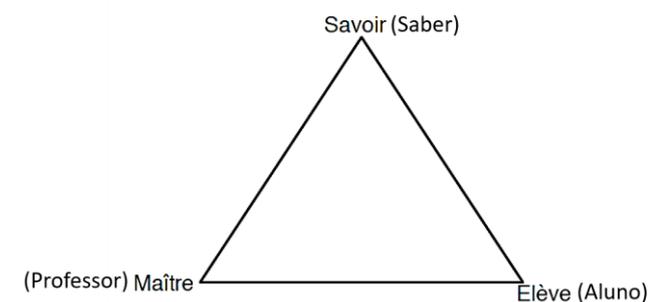
sua ação pedagógica, visto que os termos biológicos são bastante complexos e o uso desses recursos e ferramentas podem auxiliar para uma aprendizagem mais significativa, elucidativa e menos abstrata. Pois o aluno teria uma visão tridimensional de sistemas, órgãos; através dos simuladores, seriam recursos que chamariam a atenção do estudante e poderia lhe despertar um interesse maior (PARANÁ, 2014, p. 3).

Observa-se na declaração que o docente deve repensar sobre o currículo de Biologia no ensino médio, sendo a inserção dos meios tecnológicos digitais instrumentos auxiliares na elucidação de conteúdos considerados de difícil compreensão ou que não estejam próximos à realidade dos alunos. O capítulo três deste trabalho exemplifica alguns recursos disponíveis para auxiliar o professor nesta jornada.

Mas para que isso seja posto em prática, há a necessidade de mudança das metodologias pedagógicas onde os alunos sintam-se motivados a aprender em colaboração com o outro e construir habilidade que sejam capazes de provocar a autonomia, tomada de decisões e solucionar problemas a partir da sua aprendizagem (VALENTE, 1999). O autor deixa claro que a conexão professor-aluno é imprescindível no contexto pedagógico. Há de ilustrar também que para a efetivação da relação destes com os assuntos, os meios digitais são indispensáveis.

Para entender essa complexidade na inter-relação professor-aluno-saber com assistência das mídias digitais, alguns autores trouxeram enormes contribuições na área da psicologia e pedagogia. Cita-se inicialmente, dentre eles, o francês Jean Houssaye, que aborda já algum tempo um triângulo didático que discorre através da interação entre os sujeitos e o saber ou denominado somente Triângulo Pedagógico de Houssaye (figura 6) que revela situações didáticas positivas e aquelas que não atingem bons resultados (LOMBARD, 2003).

Figura 6 – Triângulo de Houssaye.



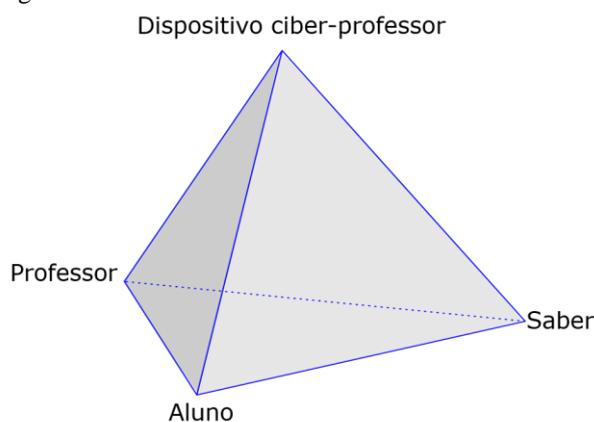
Fonte: Lombard (2003).

Houssaye (2000) é enfático ao comentar sobre o Triângulo que a relação entre dois ângulos torna excluído o terceiro. No entanto, o autor traz à tona que para isso não existir, as ligações entre dois devem haver sempre o suporte de ou para um deles. Dessa forma, na relação professor-conteúdo, há a preparação das aulas através dos conteúdos propriamente ditos e a didática para melhoria no ensino; já na relação aluno-saber, os estudantes são postos em contato com o assunto em que podem resolver situações-problema, estudos de caso através de seu conhecimento ou pela intervenção prévia da docência; e na situação professor-aluno, os educadores auxiliam na relação facilitando a aprendizagem através da organização do conhecimento, fazendo o que Houssaye denomina de "mobilização" dos conhecimentos prévios para novas experiências e, assim, incorporar novas situações, assemelhando-se às ideias sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski (HOUSSAYE, 2000).

Diante dessa exposição sobre as relações na aprendizagem é notável a presença do mediador pedagógico na facilitação do processo educativo. Em diálogo com esse triângulo, o

ensino de Biologia pode ser aperfeiçoado com a utilização das TDIC's. Surge, então, a ideia de um quarto ponto proposto por François Lombard, o dispositivo ciber-professor (figura 7).

Figura 7 – Tetraedro de Lombard.



Fonte: Lombard (2003).

Como observado, o dispositivo ciber-professor são tecnologias que permeiam as inovações pedagógicas. Colocando, então, o profissional da educação como mediador do conhecimento em substituição ao tradicionalismo pedagógico, dado que no emprego das TDIC's "não precisamos de quem dê aula, mas de quem oriente e avalie, acompanhe e motive, dialogue e questione" (DEMO, 2009, p. 70).

Para essa postura de mediador com o uso das tecnologias, é inexorável a reflexão da prática docente em compreender quais meios didáticos trazem melhorias na aprendizagem. Na concepção de Papert (2008), os educandos aprendem melhor quando postos em ação com o apoio dos meios educativos formais ou informais e na presença de bons instrumentos tecnológicos, tornando-os construtores de sua própria aprendizagem. Em relatos de experiências exitosas, o estudioso confirma que um dos parceiros nessa construção é o uso do computador, tendo em vista que é uma das ferramentas que já transformou momentos pedagógicos não produtivos em situações positivas (PAPERT, 2008).

Sendo a Biologia considerada complexa em seu vocabulário e conceitos que por diversas razões são abstratos, essa consideração é estimulada a ecoar nas escolas permitindo a ampliação numérica e qualitativa dos ambientes virtuais. Perrenoud (2000) revela que o trabalho do professor se reveste de uma filosofia pedagógica centrada no aluno e que esse ato deverá centrar na aprendizagem ao invés de reverenciar o ensino. Com base nisso, o docente identifica-se como o cativador de oportunidades da aprendizagem para solução de situações-problemas que favoreçam gradativamente a autonomia dos educandos. Isso demonstra que

as TDIC, quando relacionadas a propostas metodológicas que têm como foco a construção do conhecimento com a colaboração do aluno ativo (e não passivo) e do professor como mediador, proporcionam um novo ambiente de aprendizagem e novas perspectivas para a educação. Os novos espaços educacionais nos mostram que novos cenários estão surgindo e mudando os modelos educacionais, cada vez mais centrados em aprender ativamente com problemas, desafios, jogos e atividades lúdicas, combinando tempos individuais e tempos coletivos (NETO, 2018, p. 122 e 123).

É inevitável, desse modo, manter o distanciamento entre Tecnologias e Educação. A ideia central do discurso pedagógico contemporâneo é a inserção tecnológica no ensino por ser uma ferramenta indispensável na mediação dos conteúdos e que são instrumentalizadas pela mediação docente. A educação está sofrendo transformações e seguindo a proposta da aprendizagem focada nas atitudes que induzem a momentos problematizadores e desafiadores.

Perante esse contexto educacional, Seymour Papert, em conversa com Paulo Freire realizada no Brasil, afirmou categoricamente que "nada é mais ridículo do que a ideia de que a tecnologia possa melhorar a escola. Isso irá substituir a escola que conhecemos" (FREIRE e PAPERT, 1995). Ao discutir sobre a importância da escola, do professor e também das inovações tecnológicas no ensino, Paulo Freire apresentou a ideia de que a instituição escolar não irá sucumbir e que necessita de mudanças, pois "a questão não é acabar com ela, mas mudá-la completamente" e, com isso, surgir um modelo de escola que seja "tão atual quanto a tecnologia" (FREIRE e PAPERT, 1995).

Seguindo a mudança relatada por Paulo Freire, o professor de Biologia tem a árdua tarefa de selecionar os materiais mais adequados às suas aulas. O livro didático colocase em lugar de preferência nas exposições, mas diante de alunos que são da era digital, o docente tem a responsabilidade de favorecer a aprendizagem por meios didáticos que seus parceiros de sala sentem mais afinidade: as Tecnologias Digitais. Estes recursos são valorizados não por serem substitutos de materiais como o livro didático, mas por serem mais um aliado nestas situações, ampliando o leque de oportunidades pedagógicas.

Sabe-se da imensa dedicação que os professores desse ramo científico devem construir para manter essa prática constante. Salienta-se, no entanto, que esses profissionais estão em uma época dos "nativos digitais". Por isso,

Eles devem lembrar que estão ensinando no século XXI. Isso significa encorajar a tomada de decisões entre os alunos, envolver os alunos na elaboração de instruções e obter informações dos alunos sobre como eles ensinariam. Os professores não precisam dominar todas as novas tecnologias. Eles devem continuar fazendo o que fazem de melhor: liderar a discussão na sala de aula (PRENSKY, 2005, p. 9, tradução nossa).

Conforme observado, a atuação da docência na atualidade é um desafio. Mesmo cientes de algumas peculiaridades dos estudantes, que possuem afinidade com as tecnologias, e levando em consideração as dificuldades na formação ideal (foco na didática e pedagogia) em licenciatura, e ainda limitados às formações continuadas, muitos professores de Biologia trazem consigo memórias de aulas do seu ensino básico ou superior, de professores que os envolveram em participação ativa em colaboração com sua aprendizagem, e as têm como referência de metodologia de ensino. Desse modo, as TDIC's vão além dessas experiências, visto que elas representam um meio de interacionismo e viabilizam "a constituição de novos cenários educacionais, nos quais a aprendizagem ocorre de maneira significativa com a participação de todos os envolvidos (professores/alunos)" (NETO, 2018, p. 124).

Em expansão, as TDIC's alavancam o desempenho de diversos setores da sociedade, dentre eles, a educação. É considerável esclarecer que para esse segmento focar em melhorias de aprendizagem deverá acompanhar o progresso tecnológico. Outro fator que deve ser considerado para alcançar esse objetivo, é que ela não pode ser vista pela sociedade como uma área que independe das tecnologias para sua melhoria, pois esses recursos "proporcionam uma nova relação dos atores educativos com o saber, um novo tipo de interação do professor com os alunos, uma nova forma de integração do professor na organização escolar e na comunidade profissional" (PONTE, 2000, p. 77).

Com isso, todos tornam-se responsáveis pelo engrandecimento da educação e por ofertá-la com qualidade. Os profissionais da docência intervêm diretamente nesse quadro, colocando-se em posição de aprendizes para que atuem constantemente através de inovações em suas aulas atreladas ao uso do aparato tecnológico, passando a ter uma missão essencial nos momentos de aprendizagem (PONTE, 2000).

Em vista disso, a disciplina de Biologia no Ensino Médio, pelas suas particularidades encara a oportunidade de prover aprendizagem baseada em estratégias de ensino que estimulem o dinamismo das atividades estudantis que em outra época (ou atual em alguns locais) eram encaradas como tradicionais e o docente no centro do processo. Assim, com o aumento do uso tecnológico pela sociedade o professor de Biologia compromete-se a envolver os alunos nessa etapa de mudança assistida tecnologicamente, em busca de transfigurar as atitudes desses atores em habilidades que facilitem a solução de problemas. Há uma tendência, portanto, para utilização das tecnologias digitais em benefício ao ensino dessa ciência, tendo em vista que

O uso de recursos digitais estão cada vez mais fazendo parte de estudos e práticas em todas as áreas do conhecimento. Torna-se, então, impossível não trazê-los

também para o ambiente escolar, visto que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) estão presentes diariamente na vida dos estudantes. Com isso, o uso dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem deixa de ser uma possibilidade e torna-se necessidade." (NETO, 2018, p. 133).

Com isso, o professor de Biologia se propõe a assumir atitudes em que o objetivo consiste em mediar o ensino e que as TDIC's são capazes de subsidiar esse trabalho. Isso colabora com uma nova maneira de lidar com os educandos, desempenhando as atividades como agente que orienta, facilita a aprendizagem através da dinamização para alcançar os resultados de aprendizagem (MIZUKAMI, 1986; MORAN, 2013).

É importante ressaltar que esse profissional saiba qual tecnologia adotar. É sabido que a maioria dos alunos tem acesso aos recursos tecnológicos citados. Dessa maneira, as aulas de Biologia podem se tornar enriquecedoras tanto pela aproximação dos conteúdos a realidade dos educandos, como pela facilidade destes ao manuseá-los.

Fica evidente diante das situações abordadas que somente disponibilizar os recursos tecnológicos em sala de aula não é garantia de mudança de postura do professor como também as formas de aprendizagem. Além disso, se utilizadas apenas por ser um meio didático diferente, poderá induzir ao erro e trazer consequências desastrosas prejudicando a aprendizagem. Porém, saber utilizá-las racionalmente com planejamento, acompanhamento da aplicação e ao final observar os resultados e verificar se os objetivos foram alcançados induzem a mudança de postura dos atores escolares permitindo a concretização da aprendizagem mediada.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Sendo as pesquisas, em geral, formas de encontrar soluções aos problemas através de métodos científicos além de ser também uma possibilidade de obter novidades em alguma área do conhecimento, a pesquisa em ensino descreve diversos elementos que fazem parte do seu processo, como avaliação, currículo, a aprendizagem e ensino no intuito de sintetizar as informações resultantes do objeto de estudo (MOREIRA, 2011).

Destarte, o objetivo do atual capítulo é mostrar a metodologia utilizada ao longo da construção desta pesquisa que está distribuído nos tópicos denominados Caracterização, Técnica, Campo, Sujeitos e Etapas da pesquisa.

5.1 Caracterização da pesquisa

A referente pesquisa teve como base para seu levantamento bibliográfico materiais já preparados formados por diversos documentos como livros e publicações periódicas como revistas, artigos, dissertações teses e jornais, além de documentos que não estão sob a forma escrita como entrevistas. Toda esta revisão versou sobre pontos específicos da educação (legislação e tecnologias educacionais, professor mediador). Isso permitiu fazer investigações com tratamento amplo de assuntos reconhecendo as contribuições bibliográficas mais importantes para o assunto escolhido (MASSONI e MOREIRA, 2016).

Como explicitado, além da pesquisa ser de cunho bibliográfico, o estudo de campo também inclui-se nesse contexto, visto que foram realizadas observações sistemáticas e diretas do pesquisador no grupo estudado e no desenvolvimento do tema em questão. Para mais, as informações resultantes foram essenciais na elucidação do seguinte problema da pesquisa: de que maneira a aplicação de *Softwares* Educativos auxilia os educandos na compreensão dos conceitos de genética mendeliana abordados no ensino médio?

Considera-se uma pesquisa de natureza descritiva com análise qualitativa a partir da interpretação de dados de questionários e testes, tendo, portanto, o pesquisador uma preocupação maior com os processos que com as evidências em si que comprovam as hipóteses existentes (GIL, 2002).

Com esta pesquisa buscou-se verificar se ocorrem benefícios na aprendizagem do conteúdo de genética mendeliana no currículo do Ensino Médio de uma escola pública a partir da mediação pedagógica em sala de aula.

Foram utilizados alguns instrumentos na concretização desta pesquisa, que foram: observação sistemática e direta, questionários e testes (pré-teste e pós-teste).

A relação direta que o pesquisador teve com os participantes da pesquisa (alunos e docente destes) facilitou a observação sistemática contribuindo com o teor analítico dos dados resultantes que estão disponíveis no capítulo “RESULTADOS E DISCUSSÃO” desta dissertação revelados através da exposição interpretativa dos testes (pré e pós-testes).

5. 2 Técnicas de pesquisa

Os dados coletados, a construção metodológica e esclarecimentos acerca do desenvolvimento e aplicação dessa investigação foram possíveis a partir da anuência (Apêndice A) da instituição de ensino para a participação dos sujeitos – Professor(a) de Biologia e alguns estudantes – e uso do ambiente escolar.

Foi aplicado inicialmente, um questionário social e profissional (Anexo C) ao(à) docente de Biologia participantes da pesquisa. Foi selecionado(a) um(a) único(a) professor(a) devido ser apenas um profissional para lecionar a disciplina Biologia na 3ª série da Escola pesquisada. O referido instrumento refere-se ao conjunto de questões com diversos temas a serem respondidos por escrito pelo(a) professor(a) sem a presença do pesquisador. A escolha do questionário para a coleta de dados se deu pelo fato do mesmo ser um meio rápido de obtenção de respostas, além de ser de baixo custo e manutenção do anonimato do pesquisado (LAKATOS e MARCONI, 2003; GIL, 2002). É válido ressaltar que para esse processo o(a) docente ficou ciente da pesquisa através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice D) que seguiu de sua autorização sob os cuidados éticos baseados nas diretrizes contidas na Resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 510/2016, MS.

Das três séries (1ª, 2ª e 3ª) do ensino médio disponibilizadas pela escola, uma foi selecionada (3ª série) por haver compatibilidade no conteúdo abordado pelo(a) professor(a) e que foi o enfoque de aplicação deste estudo (o ensino de genética).

Para que os resultados e suas variáveis não pudessem ser de interesse do pesquisador, o sorteio foi fundamental, pois, sendo um método que utiliza a aleatoriedade, favorece a minimização de efeitos externos, além de reduzir a probabilidade de os sujeitos pesquisados serem diferentes, ficando considerado, portanto, um dos métodos mais efetivos de se formar grupos (MOREIRA, 2011).

Para seleção de alunos, foram feitos dois sorteios: um referente a escolha da turma (a escola possui quatro turmas de 3ª série); outro para escolha de 10 alunos da turma sorteada,

onde cinco estiveram nas aulas ofertadas pelo(a) professor(a), e cinco no Laboratório Escolar de Informática (LEI) da escola junto ao pesquisador para uso de SE com o conteúdo idêntico ao trabalhado em sala de aula e de forma sincrônica. O que foi submetido ao uso dos *softwares* educativos no LEI é denominado de Grupo Teste ou Experimental, e aos que estiveram com o(a) professor(a), Grupo Controle.

Após a seleção dos discentes participantes, eles tiveram ciência do referente estudo e aceitação através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndices B e C) da maneira como prever o art. 2º, V, da Resolução 510/2016, em que este termo deve ser de anuência do participante ou de seu representante legal (BRASIL, 2016). Portanto, um Termo (APÊNDICE B) foi elaborado para consentimento do aluno que possuía dezoito anos de idade ou mais no primeiro dia da pesquisa, e outro para os responsáveis legais aos que tinham menor idade (APÊNDICE C). Isso foi necessário visto que o respeito aos princípios éticos deve ser mantido nas pesquisas sociais e que “as pessoas que participam de qualquer pesquisa têm não apenas o direito de ser informadas acerca dos propósitos da pesquisa, mas também o de recusar-se a participar dela” (GIL, 2008, 107). Dessa forma, após o diálogo um desistiu de participar, ficando, portanto, nove alunos no total – quatro com o(a) professor(a) e cinco com o pesquisador.

Para execução das pesquisas o delineamento é imprescindível. “Entende-se por delineamento de uma pesquisa ao conjunto composto pelo plano de trabalho do pesquisador, a maneira como este seleciona as suas amostras e analisa seus dados” (MOREIRA, 2011, 126). Foi usado para construção deste estudo o delineamento experimental, pois há maior proximidade do pesquisador do objeto de estudo, possuindo maior controle sobre invalidades internas e externas (MOREIRA, 2011). Esse tipo de delineamento, exposto por Campbell e Stanley (1995), prevê o estudo de dois grupos (teste e controle) a partir de seleção aleatória. Para esse tipo de pesquisa, após a escolha dos grupos, um deles (Grupo Teste) é submetido a um tratamento e o outro não (Grupo Controle). Em seguida, há aplicação de um pós-teste aos dois grupos e observação dos resultados com comparações entre si (CAMPBELL e STANLEY, 1995).

Para observação inicial, foi aplicado um pré-teste (ANEXO A) aos dois grupos. Este teste continha questões relativas ao conteúdo de genética básica e conhecimentos prévios a ele como núcleo e cromossomos, meiose, homozigose. Após o período de um bimestre letivo foi aplicado um pós-teste (ANEXO B) para os dois grupos com conteúdo semelhante do pré-teste. Este procedimento foi baseado no “*design* 4” de Campbell e Stanley ou também chamado de “delineamento de tipo 4” (CAMPBELL e STANLEY, 1995).

Os resultados foram obtidos a partir da análise de dados de maneira qualitativa e quantitativa e com diálogo com o referencial teórico que corrobora com os resultados obtidos.

5.3 Campo da pesquisa: recorte histórico

A presente pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz (EEEP Edson Queiroz) localizada no município de Cascavel/CE durante os meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2018.

A instituição de ensino foi escolhida por ter relação profissional com o autor desta dissertação, onde atuou como professor de Biologia e hoje está exercendo a função de coordenador escolar, possuindo, assim, um maior contato com os sujeitos da pesquisa e às diversas informações atreladas.

A escola citada realiza as atividades no mesmo prédio que funcionava o Liceu Edson Queiroz. Com a inserção e propagação das escolas profissionalizantes no estado do Ceará, este foi substituído com a implantação desse modelo de ensino, sendo instituída pelo Decreto nº 29.705 de 08.04.2009, publicado no Diário Oficial nº 066, de 14.04.2009, página 15, iniciando suas atividades no mês de março do mesmo ano das publicações. São ofertados quatro cursos técnicos de nível médio, que são: Guia de Turismo, Enfermagem, Informática e Agroindústria. O curso técnico em Redes de Computadores é também oferecido, porém está no último ano de oferta (2019).

O funcionamento da EEEP Edson Queiroz é realizado em tempo integral (manhã e tarde) com um total de 531 alunos (maio de 2019) subdivididos em doze turmas, quatro turmas por série. Os estudantes são inseridos em diversas atividades que podem utilizar determinados espaços escolares, a saber: doze salas de aulas climatizadas e com televisores em cada uma e possuem capacidade para 45 alunos; oito laboratórios para aperfeiçoamento dos assuntos abordados em sala de aula – de Biologia com microscópios e exemplares de vários organismos; Física e Matemática com exposição de banner e acesso a materiais lúdicos em matemática; Química e Agroindústria com soluções e reagentes, além de apresentação de bancadas para práticas de produção alimentícia; Informática com 40 computadores; Redação com exposição de redações notas 1000 das edições do ENEM, além de equipamentos para exposição teórica (quadro branco e projetor); de Hardware equipado com Notebooks e computadores para práticas do curso de Informática; Enfermagem, com enfermaria para demonstrações de atendimentos hospitalares; Turismo, que funciona como uma agência de turismo, é específico para o cursos de Guia de Turismo; de Geologia, com apresentação de

mapas e de rochas; um auditório; uma praça de alimentação; uma quadra poliesportiva; um centro de multimeios (biblioteca e sala de leitura). Além disso, a escola possui secretaria, salas de coordenação escolar, dos professores e direção escolar, banheiros masculinos e femininos, estacionamento para 30 veículos, estúdio para gravações audiovisuais, rádio escolar, e ambientes destinados aos encontros estudantis artísticos e gremistas.

5.4 Sujeitos da pesquisa

Como especifica Gil (2002) a determinação dos sujeitos em uma pesquisa experimental pode ser realizada de diversas maneiras, dentre elas, a randomização. O autor destaca que para populações relativamente grandes é impossível realizar a pesquisa em sua totalidade, sendo, portanto, necessária a escolha de parte da população para sua efetivação (GIL, 2002).

Dessa forma, para a escolha dos alunos participantes, foram feitos alguns sorteios na sala da coordenação pedagógica da escola na presença do professor, do pesquisador e de quatro alunos (um representante de cada turma de 3ª série).

- 1º sorteio: foram digitados os nomes das turmas em folhas de papel A4 e dobradas de modo a esconder os nomes. Em seguida, um aluno escolheu um dos papéis que seria a turma em que estariam os alunos participantes da pesquisa.
- 2º sorteio: a partir da divulgação da turma sorteada, seria necessário escolher dez alunos (dos quarenta e cinco que totalizavam a turma escolhida) a participarem da pesquisa. Após, em uma lista os nomes foram recortados e dobrados um a um para não identificação. Foi acordado que os cinco primeiros alunos sorteados estariam com o pesquisador no Laboratório Escolar de Informática ao longo dos estudos e os outros, sincronicamente, em sala de aula com o(a) docente.

No cumprimento dos princípios éticos, os grupos de alunos selecionados foram distribuídos de forma a não os identificar. Para distinguir e auxiliar na realização das análises de suas respostas nos testes, foram elaboradas algumas siglas, que são: GT = Grupo Teste; GC = Grupo Controle. O GC foi constituído por quatro alunos identificados como: A-GC, B-GC, C-GC e D-GC. Já os que fizeram parte do GT, foram denominados A-GT, B-GT, C-GT, D-GT e E-GT.

A pesquisa, realizada em 2018 ao longo de um período letivo (um bimestre), teve a participação de um(a) docente regente da disciplina Biologia da 3ª série. A seleção deste(a) foi realizada por ser o(a) único(a) a atuar na disciplina Biologia da 3ª série da Escola

pesquisada.

5.5 Etapas da pesquisa

A construção da pesquisa somente foi possível com a realização de algumas etapas que, de forma sistemática, auxiliou na organização das informações que foram, a princípio, analisadas e discutidas. Além da revisão bibliográfica, todas as outras se encontram descritas a seguir.

5.5.1 – 1ª Etapa: Conhecendo o perfil do(a) docente da turma pesquisada

Para conhecer um pouco sobre o trabalho do(a) docente que auxiliou na pesquisa foi necessário elaborar um questionário (ANEXO C) com uma série de perguntas relativas à sua prática quanto ao uso das Tecnologias Digitais nas aulas de Biologia. As questões continham como objetivo conhecer sobre o tempo de magistério, sua graduação e pós-graduação, experiência em quais níveis de ensino, frequência do uso das tecnologias em sua rotina profissional, dificuldades e facilidades na utilização de recursos tecnológicos digitais, tipos de Tecnologias Digitais que usa nas aulas e importância destes na aprendizagem de genética.

5.5.2 – 2ª Etapa: Elaboração dos instrumentais de sondagem (pré-teste) e da verificação da aprendizagem (pós-teste)

Para Campbell e Stanley (1995), existem diversas formas de obter resultados em uma pesquisa experimental. Dentre elas (a utilizada nesta pesquisa) está o que os autores chamam de “*design 4*”. Neste modelo, o pesquisador seleciona aleatoriamente dois grupos (teste e controle) com aplicação de testes antes e depois de um tratamento para verificação dos efeitos deste.

Como o propósito da pesquisa foi verificar de que maneira os SE influenciam na aprendizagem de genética mendeliana no ensino médio, foram elaborados, então, questionários baseados no assunto. Sabendo que as perguntas contidas nos questionários são de responsabilidade do pesquisador e que devem possuir uma sequência e suas possíveis respostas (FLICK, 2013), as perguntas foram baseadas em conteúdos contidos em livros

didáticos do ensino fundamental¹, tendo em vista que no ensino médio os alunos não haviam tido contato com o assunto. Além disso, por serem alunos da 3ª série do ensino médio e por haver na grade curricular da Instituição conteúdos prévios do tema, outras perguntas foram elaboradas com base em livros de ensino médio². Com isso, as resoluções dos alunos foram divididas em alguns grupos de respostas de acordo com a semelhança delas as respostas contidas nos livros didáticos consultados. Os conjuntos de respostas foram os seguintes: “Não respondeu”; “Resposta insuficiente” (quando o aluno respondeu de maneira divergente às respostas dos livros); “Resposta intermediária” (estudante respondeu, mas não completou o raciocínio ou não dominava termos/conceitos que seriam esperados baseados nos livros); e “Resposta adequada” (resolução semelhante a que continha nos livros didáticos pesquisados).

Dessa maneira, os dois testes foram elaborados para serem respondidos de forma escrita com aquilo que os estudantes entendiam sobre o conteúdo. Este tipo de avaliação continha perguntas abertas (também chamadas de não limitadas) a fim de permitir aos estudantes respostas livres com uso de linguagem própria e colocação de opiniões (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Mesmo sabendo que os testes iniciais e finais podem ser iguais em uma pesquisa experimental (CAMPEBELL e STANLEY, 1995), o teste final continha questões semelhantes com abordagem genética com os princípios mendelianos e de conteúdos tidos como prévios para sua compreensão, mas com nível de acordo com aquela etapa de ensino em qual faziam parte.

Foi elaborado também um questionário ao(à) professor(a) participante. O formato também foi semelhante ao confeccionado para os estudantes (perguntas abertas), mas as questões que continham assuntos relativos ao perfil geral do(a) profissional, às tendências pedagógicas (tracionais ou não) e à afinidade dele(a) com as Tecnologias Digitais e se estas são utilizadas em suas aulas.

5.5.3 – 3ª Etapa: Aplicação dos instrumentais de sondagem (pré-teste)

No início do mês de agosto de 2018, foi aplicado um teste (ANEXO A) aos sujeitos da pesquisa (nove alunos) com o objetivo de observar a afinidade que estes

¹ GEWANDSZNAJDER, Fernando. Projeto Teláris: Ciências. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2012; CANTO, Eduardo Leite do. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2012.

² AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia das Populações, vol. 3. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010; LOPES, Sônia & MENDONÇA, Vivian Lavander. Bio: Volume 3. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

continham com os assuntos de genética (1ª e 2ª Leis de Mendel) a serem abordados ao longo das aulas de um bimestre letivo (agosto a outubro). Esse tipo de teste é essencial para perceber ao final da aplicação dos *softwares* educativos (Tecnologias Digitais) se houve algum efeito na aprendizagem dos educandos e de que maneira esses instrumentos também podem facilitar o trabalho do professor elencando a mediação pedagógica.

Além do teste realizado com os alunos, foi respondido neste mesmo período pelo(a) professor(a) da disciplina Biologia uma questionário profissional e social (ANEXO C)

5.5.4 – 4ª Etapa: Realização das aulas em sala e no Laboratório Escolar de Informática (LEI)

Numa sequência de quatorze aulas de cinquenta minutos cada e geminadas, excetuando-se o primeiro e o último encontro (um para esclarecimentos da pesquisa e aplicação do pré-teste e outro dia para agradecimentos e aplicação do pós-teste), todos os momentos foram realizados em dois locais e no mesmo horário: em sala de aula com o(a) docente da disciplina Biologia e no Laboratório Escolar de Informática (LEI) da Instituição com a presença e mediação do pesquisador. Nos dois ambientes, os estudantes apreciaram os mesmos assuntos, sendo que alguns (cinco) estiveram no LEI em contato com os computadores, um para cada aluno.

A metodologia das aulas do(a) docente foram de sua livre escolha, com uso do livro didático, slides, TV, quadro branco. No LEI, além do uso do livro didático e do quadro branco, os alunos utilizaram os computadores que haviam *softwares* educativos com metodologias diversas, como: jogos, resumos, vídeos, animações, fotos e figuras, além de simulações de casos genéticos.

5.5.5 – 5ª Etapa: Aplicação dos instrumentais de verificação da aprendizagem (pós-teste)

Após os encontros em sala de aula e no LEI, todos os alunos que participaram da pesquisa foram convidados a realizar outro teste (pós-teste – ANEXO B) com assuntos semelhantes ao do teste inicial e com a mesma forma de respostas.

Esta etapa foi fundamental para que fossem observadas as intervenções dos tratamentos oferecidos pelos professores aos dois grupos de alunos através dos resultados obtidos.

5.5.6 – 6ª Etapa: Proposta de Produto Educacional

A partir das observações dos resultados obtidos na aplicação dos *softwares* educativos com abordagem dos conteúdos de genética, além da verificação da dinâmica no uso dos computadores com a mediação do professor em busca da aprendizagem dos assuntos genéticos, foi proposto como um dos objetivos desta dissertação a apresentação de planos de aulas que utilizam as Tecnologias Digitais como principais instrumentos no ensino de genética mendeliana com mediação pedagógica. Todos os planos de aula fazem parte de um material elaborado denominado Produto Educacional, em que a ideia central é de auxiliar os professores de Biologia na aplicação dos SE em suas aulas como forma de auxiliá-los no ensino de genética e contribuir na aprendizagem dos educandos. A proposta de Produto Educacional está descrita com mais detalhes no capítulo 7 desta pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O atual capítulo aborda análises e discussões da atual pesquisa a partir dos resultados cognitivos diante dos testes (pré e pós) e dos encontros realizados entre os estudantes foco do estudo e dos professores, um em sala de aula (docente da disciplina Biologia) e outro no Laboratório Escolar de Informática (pesquisador). Esses resultados encontram-se sob análise estatística fazendo com que sejam acrescidos valores aos campos teóricos já conhecidos, podendo ser considerado válido por possibilitar questões a serem exploradas futuramente (GIL, 2002).

Serão discutidos neste bloco:

- O perfil do(a) docente da disciplina Biologia do campo de pesquisa e sua relação com o uso das tecnologias digitais;
- Interpretação das ideias relacionadas à genética mendeliana antes e após a pesquisa através da interpretação dos resultados obtidos dos estudantes participantes.

6.1 O perfil do(a) docente participante e o uso das Tecnologias Digitais

A seguir, na TABELA 1 é identificado resumidamente o perfil do(a) docente participante da pesquisa.

Tabela 1 – Dados pessoais do(a) professor da disciplina Biologia da 3ª série

Possui Graduação? Qual?	Fez algum curso de pós-graduação? Qual? Pago ou gratuito?	Os cursos de graduação e pós foram pagos com financiamento próprio ou gratuitos? Foram em instituições públicas ou privadas?	Tempo em que atua no magistério?	Experiência em qual nível de ensino?
Sim. Licenciatura em Ciências Biológicas	Sim. Práticas no Ensino de Biologia e Química	A graduação foi gratuita em Instituição pública. A pós-graduação com financiamento próprio (privada).	3 anos	Ensino fundamental e médio

Fonte: Pesquisa direta (ANEXO C).

Em conformidade com o art. 62 da LDB, o(a) docente possui a formação necessária para atuar no ensino médio, tendo graduação em Licenciatura plena (BRASIL, 2019). Portanto, o(a) profissional possui a graduação permitida por lei para exercer o magistério em território nacional.

Quanto à sua formação inicial e continuada (pós-graduação), a mesma Lei traz reflexões sobre a atuação do poder público quanto a oferta de formação continuada. No entanto, o(a) profissional revelou que sua graduação teve ajuda do poder público para isso, fez em uma universidade pública e sua pós-graduação foi com financiamento próprio em uma Instituição de ensino superior privada.

Sua experiência no ensino demonstra pouco tempo de atuação, com apenas três anos de no ensino básico (fundamental e médio), apontando interesse em continuar com a carreira no magistério.

No mesmo questionário havia perguntas relacionadas aos materiais didáticos eletrônicos digitais e metodologia utilizada pelo(a) professor(a) a partir destas tecnologias. Abaixo estão especificadas as perguntas e suas respectivas respostas (TABELA 2).

Tabela 2 – Materiais didáticos eletrônicos digitais e sua utilização nas aulas de Biologia

Qual a periodicidade no uso do computador?	Quais os recursos digitais mais utilizados?	Percebe alguma dificuldade em utilizar o computador? Qual(is)?	Sua graduação forneceu alguma disciplina voltada para utilização das tecnologias em sala de aula?	Utiliza algum tipo de Tecnologia Digital em suas aulas? Qual(is)?
Sempre. Todos os dias.	E-mail, internet, <i>softwares</i> de apresentações e editores de texto.	Sim. Planilhas.	Não.	Sim. Phet Colorado.

Fonte: Pesquisa direta

Quanto ao uso do aparato tecnológico (computador, *Software* Educativo, internet), o(a) profissional demonstra ter afinidade. Percebe-se que utiliza todos os dias alguns dos

recursos disponíveis pelo computador como *softwares* de apresentações e editores de texto com poucas dificuldades em manuseá-los. Ao ser questionado(a) se em sua formação inicial o(a) fez conhecer ou aproximar esses meios para facilitar o ensino e aprendizagem, informou que a instituição ficou a desejar. Porém, com a vivência em sala de aula iniciou o uso de alguns destes, como o citado Phet – Colorado. A utilização deste tipo de tecnologia (digital) em suas aulas, “o estudante passa a pensar e a agir de forma muito próxima à dos cientistas em seus laboratórios, que estão constantemente experimentando, chegando a soluções por meio de tentativas que são aceitas ou descartadas” (KRASILCHIK, 2008, p. 111).

Segundo o(a) pesquisado(a), através da pergunta contida no ANEXO C (item 2i) sobre os benefícios que os SE podem trazer ao ensino de genética, informou que essas tecnologias podem

“Tornar a aula mais interativa para despertar o interesse dos alunos, tendo em vista a dificuldade dos alunos em aprender genética”.

Verifica-se na resposta que as tecnologias Digitais podem trazer mudanças significativas na aprendizagem de alguns assuntos da disciplina Biologia, especificamente o caso da genética mendeliana, pois, elas “apresentam-se como instrumentos potenciais para as aulas, por servirem de meio motivacional, de facilitadores do entendimento muito mais significativamente do que as representações que buscamos fazer no quadro” (HELKLER, SARAIVA e FILHO, 2007, p. 272).

Observa-se, dessa forma, que esse tipo de tecnologia deve ser compreendida como mecanismo de apropriação a ser realizada pelos professores para que seu uso possa fazer diferença tanto no ensino como na aprendizagem (KENSKI, 2017).

Mesmo percebendo a importância destes recursos no ensino de genética, o(a) professor(a) reconhece a necessidade da existência de vários fatores que combinados podem trazer melhorias ao ensino de genética com uso dos *Softwares* Educativos (pergunta 2j; ANEXO C).

“São necessários laboratórios de informática equipados com computadores suficientes, pelo menos um para, no máximo, dois alunos. Além disso, internet de boa qualidade é fundamental para acesso a sites que possuem estes recursos. Concomitante a isso, a capacitação dos profissionais da educação é essencial”.

Tudo isso colabora com a possibilidade da existência de novos espaços educacionais que favoreçam a presença de cenários de possibilidades e que busquem inovações para que os estudos sejam realizados através de uma aprendizagem que tem como

interesse a participação dos estudantes a partir de situações que os coloquem como ativos do processo onde haja em sala de aula enfrentamento de problemas, desafios e outras atividades combinem com os mesmos pressupostos dessa metodologia (NETO, 2018).

Constata-se que o ensino de genética pode ter sua facilitação a partir do uso dos recursos tecnológicos digitais como os SE. As aulas de genética podem ocorrer com o objetivo de trazer melhorias aos educandos por meio do desfoque das aulas tradicionais (apenas quadro e professor falando) e com foco em aulas que instiguem a aprendizagem com demonstrações/simulações de situações que aproximem os alunos de sua realidade e, conseqüentemente, envolvê-los como atores de sua própria aprendizagem.

6.2 O que pensam os discentes no início da pesquisa sobre genética mendeliana e os conteúdos relacionados? E após?

Logo no início da pesquisa um pré-teste (ANEXO A) com questões abertas foi aplicado. O teor e o nível dos conteúdos adotado no teste era semelhante ao exigido nos livros de ensino fundamental³. Além do teste inicial, ao fim da sequência de aulas houve aplicação de pós-teste baseados em livros do ensino médio⁴. Alguns destes são livros selecionados por instituições públicas municipais e estaduais de ensino da região (livro de Ciências para o nível fundamental e de Biologia para o médio). Segue abaixo os números das questões existentes nos testes realizados e suas respectivas relações com os assuntos (TABELA 3; TABELA 4).

Tabela 3 – Relação entre o assunto de genética ou assunto prévio e nº da questão no pré-teste (ANEXO A)

Assunto	Nº da(s) questão(ões)
Conceito de Genética	3
Noções sobre a 1ª Lei de Mendel	4, 5, 11, 14, 18
Núcleo e Cromossomos	6, 8, 9
Noções de divisão celular	7, 10
DNA	15
Síntese proteica	12
Grupos sanguíneos (Sistema ABO)	13, 19
Noções de probabilidade	16
Genética e probabilidade	17
Bases da 2ª Lei de Mendel	20

³ GEWANDSZNAJDER, Fernando. Projeto Teláris: Ciências. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2012; CANTO, Eduardo Leite do. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2012.

⁴ AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia das Populações, vol. 3. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010; LOPES, Sônia & MENDONÇA, Vivian Lavander. Bio: Volume 3. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

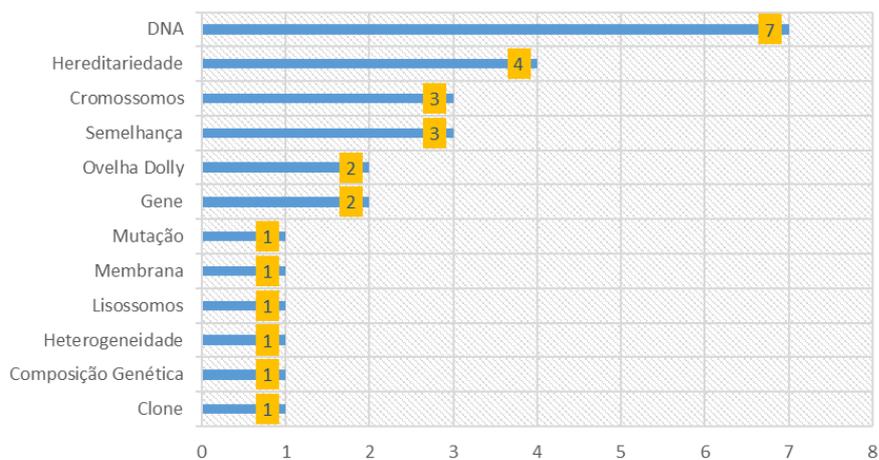
Tabela 4 – Relação entre o assunto de genética ou assunto prévio e nº da questão no pós-teste (ANEXO B)

Assunto	Nº da(s) questão(ões)
Conceito de Genética	1
1ª Lei de Mendel	6, 7, 8, 10, 12
Fecundação cruzada (artificial) em plantas	9
Divisão celular (meiose)	14
Síntese proteica	5
Grupos sanguíneos (Sistema ABO)	15, 16
Genética e probabilidade	11, 18
2ª Lei de Mendel	13, 17

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

No pré-teste foram feitos questionamentos iniciais relativos ao conceito de genética. Foram instigados a relatar três termos que eles mais relacionam com a palavra genética. A seguir (GRÁFICO 1) é possível verificar os principais termos citados pelos alunos (GT e GC).

Gráfico 1 – Termos que correspondem a palavra genética na concepção dos alunos (GT e GC) – (ANEXO A)

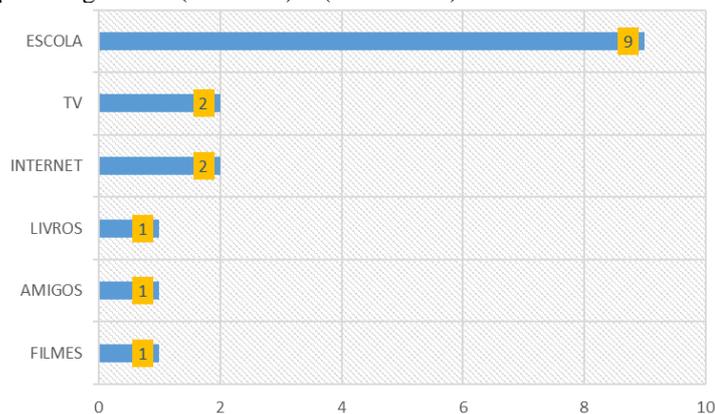


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observou-se que, mesmo ainda não tendo contato com o conteúdo sobre genética mendeliana propriamente dita, todos os estudantes citaram termos que têm algum tipo de relação com o assunto. Dessa forma, para que os estudantes pudessem citar essas palavras, presume-se que de alguma maneira tiveram a oportunidade de ter contato com as mesmas. Com isso, ao realizar uma sondagem sobre qual(is) meio(s) comunicativo(s) foi mais favorável, informaram diversos tipos (GRÁFICO 2). Percebeu-se nas respostas que a escola possui grande relevância no que concerne os estudos da genética. Isso reforça a ideia de que

no ambiente escolar há a possibilidade de o estudante compreender os conceitos sobre transmissão da vida (um dos temas estruturadores das principais áreas da Biologia propostos pelos PCN+) com a intenção do desenvolvimento de várias competências (BRASIL, 2003).

Gráfico 2 – Meio de comunicação em que teve contato com a palavra genética (GT e GC) – (ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Seguindo a sequência de perguntas, foram questionados no pré-teste (ANEXO A) sobre o significado do termo genética (GRÁFICO 3). Notou-se que nenhum aluno respondeu satisfatoriamente ao serem questionados sobre o significado do termo genética, mas houve esforços ao descreverem suas ideias prévias chegando em resultados intermediários.

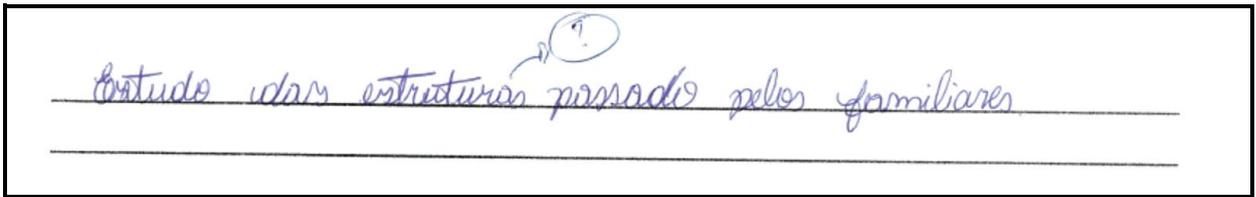
Gráfico 3 – Respostas sobre o conceito de genética (GT e GC) – (PRÉ-TESTE – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

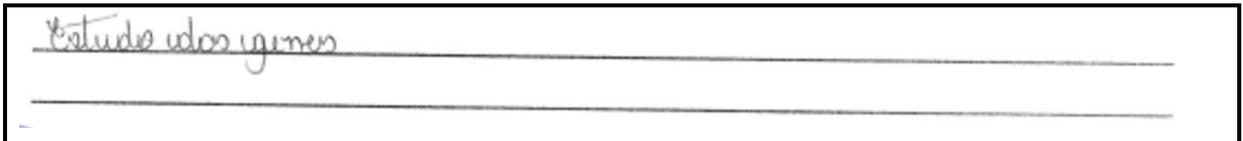
De acordo com Canto (2012), o objeto de estudos da Genética são os genes e a forma como eles são repassados de pais para filhos. No entanto, observou-se que não houve respostas que chegassem ao mesmo significado. As figuras 8 e 9 exemplificam modelos de respostas intermediárias.

Figura 8 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pré-teste do Aluno B-GT)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

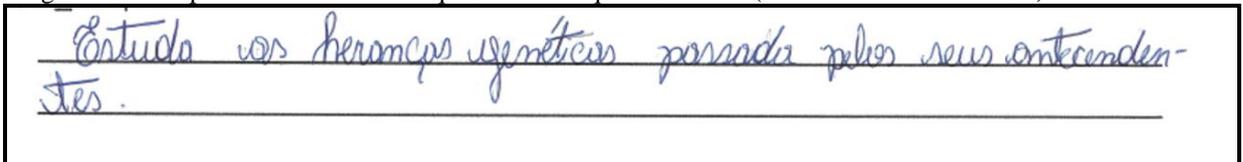
Figura 9 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pré-teste do Aluno C-GC)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

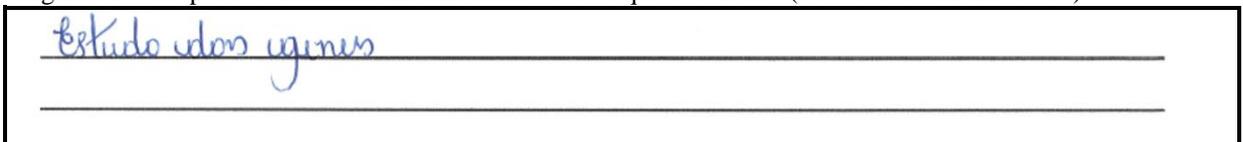
Ao final do período dedicado às aulas de estudos de genética mendeliana, os mesmos estudantes foram interrogados sobre o assunto conceitos de genética, através do teste final (pós-teste – ANEXO B). Percebeu-se que um aluno (Aluno B-GT) que respondeu de forma intermediária ao questionamento sobre os objetivos da genética, avançou em sua percepção sobre a área (figura 10) e outro (Aluno C-GC) permaneceu com o mesmo nível da resposta, permanecendo com a resposta (figura 11).

Figura 10 – Resposta considerada Adequada sobre o que é Genética (Pós-teste do Aluno B-GT)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 11 – Resposta considerada Intermediária sobre o que é Genética (Pós-teste do Aluno C-GC)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Isso exemplifica avanços do GT em suas respostas colocando os estudantes em situações favoráveis quanto ao entendimento da delimitação dos estudos da genética. O gráfico 4 resume a quantidade de alunos que tiveram resultados intermediários e adequados sobre o conceito de genética no pré-teste.

Gráfico 4 – Respostas sobre o conceito de genética (GT e GC) – (PÓS-TESTE – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

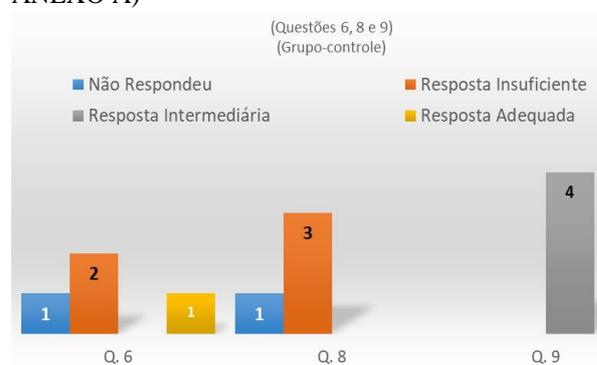
Os alunos também foram consultados nos testes inicial e final para análise do domínio de assuntos considerados prévios para o entendimento da genética (núcleo celular, cromossomos, divisão celular – meiose – e síntese proteica). A seguir há análise através dos GRÁFICOS 5 e 6 de respostas referentes ao conhecimento sobre núcleo celular e cromossomos, que dão uma noção de como estavam os dois grupos (GT e GC) antes da realização da sequência de aulas (pré-teste – ANEXO A).

Gráfico 5 – Respostas sobre ideias básicas de Núcleo e cromossomos (GT) – (Questões 6, 7 e 8 do pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 6 – Respostas sobre ideias básicas de Núcleo e cromossomos (GC) – (Questões 6, 7 e 8 do pré-teste – ANEXO A)



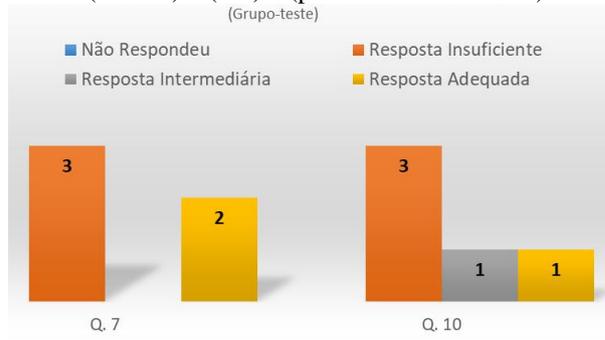
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

As três perguntas (questões 6, 8 e 9 – ANEXO A) contemplaram conhecimentos básicos relacionados ao núcleo celular e cromossomos. Percebeu-se através dos GRÁFICOS 5 e 6 que os estudantes dos dois grupos tiveram respostas consideradas intermediárias ou não suficientes, não mostrando total domínio do assunto.

Quanto às atividades celulares que envolvem divisão/multiplicação celular na formação dos gametas (meiose) foram analisadas as respostas dos dois grupos (GRÁFICOS 7 e 8). Observa-se que mesmo tendo dois alunos com respostas consideradas adequadas no GT (um para a questão 7 e outro para a 7ª e 10ª pergunta), são identificáveis as dificuldades

enfrentadas pela maioria de seus colegas (mesmo grupo – GT). No GC o problema é semelhante com maior parte dos estudantes com conhecimentos intermediários.

Gráfico 7 – Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

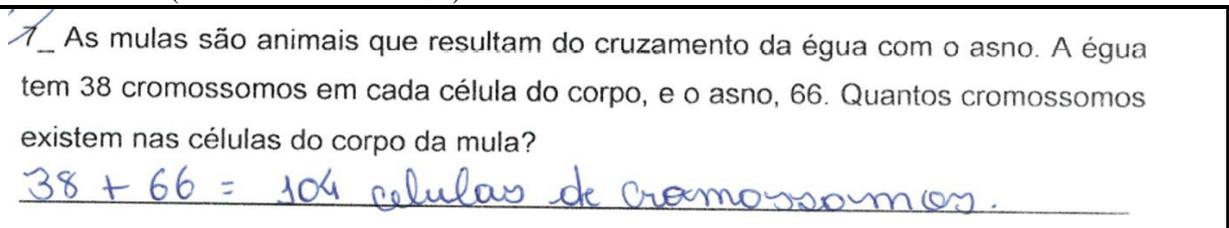
Gráfico 8 – Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GC) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Verificou-se que as tentativas de resolver tais questões, que abordava de forma básica o assunto, não foram suficientes para o desenvolvimento de ideias/conceitos de divisão celular abordados por Amabis e Martho (2010) onde informam que esse fenômeno biológico é responsável em diminuir o número de cromossomos na célula em decorrência de uma única duplicação e duas divisões sucessivas. Ainda de acordo com os autores, nos animais (ser humano, por exemplo), a meiose ocorre nas gônadas para formação de gametas. No entanto, notou-se que alguns estudantes não entendem/lembram como são formados os gametas (diminuição de cromossomos) e como ocorre a união destes na reprodução. É possível notar as limitações das respostas nas figuras 12 e 13.

Figura 12 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos básicos de divisão celular meiose (Pré-teste do Aluno A-GC)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 13 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos básicos de divisão celular meiose (Pré-teste do Aluno A-GT)

7_ As mulas são animais que resultam do cruzamento da égua com o asno. A égua tem 38 cromossomos em cada célula do corpo, e o asno, 66. Quantos cromossomos existem nas células do corpo da mula?

 104

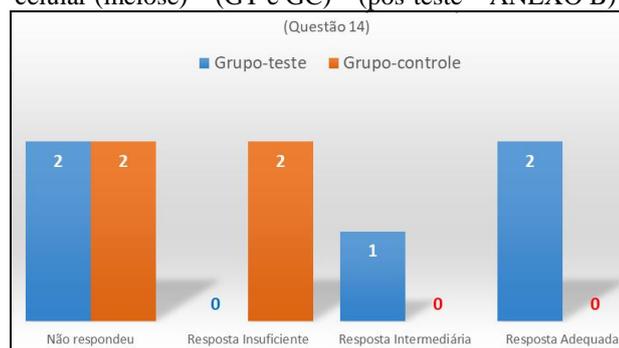
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Ao resolver a questão, o discente teria de entender um pouco sobre meiose tendo em vista que o problema relata a reprodução entre animais que esclarece o número de cromossomos em cada célula do corpo. A questão informa que a égua possui 38 nas células do corpo e 66 nas células do corpo do asno. Assim sendo, o indivíduo resultante do cruzamento em questão possui 52 cromossomos em suas células somáticas, pois os dois gametas unidos (égua e asno) no cruzamento possuem 19 e 33 cromossomos, respectivamente.

É interessante atentar para além do conhecimento básico sobre o assunto, que o Aluno A-GC além de não informar a quantidade de cromossomos correta (52) declara informações que não estão de acordo com o conceito abordado pelos autores de livros de Biologia Amabis e Martho ao relatar na resposta que a mula possui “104 células de cromossomo” (Aluno A-GC).

Fazendo uma análise após o período de aulas de um bimestre (GRÁFICO 9) do mesmo assunto através do pós-teste (ANEXO B), percebeu-se que o quadro de resultados dos dois grupos foi semelhante. No GT, por exemplo, houve novamente a presença de dois alunos com níveis tidos como adequados e um intermediário, mas outros dois não responderam. Já no GC notou-se que não foi possível a permanência de algum aluno com respostas intermediárias como havia sido demonstrado no gráfico anterior (GRÁFICO 8), mas sim uma demonstração de domínio não suficiente do assunto. Dois alunos do GC não responderam.

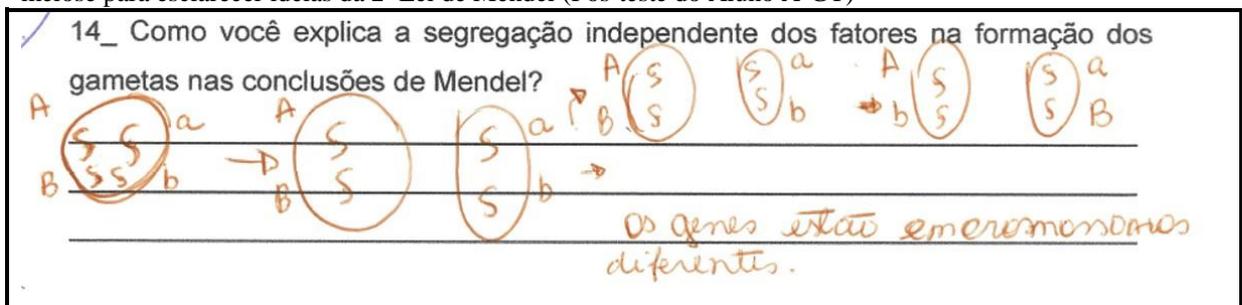
Gráfico 9 – Respostas sobre noções básicas de divisão celular (meiose) – (GT e GC) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Foi interessante observar que o aluno A do Grupo-teste não respondeu de forma escrita à pergunta realizada com conceitos básicos sobre meiose, mas fez o esforço em solucionar através de desenhos e com resultados considerados adequados os conceitos sobre 2ª Lei de Mendel que são explicados através da meiose: a segregação independente dos gametas (FIGURA 14).

Figura 14 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de divisão celular meiose para esclarecer ideias da 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno A-GT)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Levando-se em consideração que o assunto foi revisado no início do período de aulas da pesquisa e com revisão no início do assunto sobre 2ª Lei de Mendel, e que as explanações dialogadas ocorreram no Laboratório Escolar de Informática (local onde o Grupo-teste encontrava-se) com atividades inerentes que foram realizadas através de animações e simulações, presume-se que o Aluno A do Grupo-teste respondeu de acordo com aquilo que ele teve contato e que achou mais esclarecedor como resposta, visto que os *Softwares* utilizados apresentam características (simulações, por exemplo) que podem favorecer de maneira mais clara o processo de construção do conhecimento (MEC, 199-, p. 72).

No que tange às perguntas que abordavam a 1ª Lei de Mendel, a maioria dos alunos dos dois grupos (Teste e Controle) não conseguiu responder adequadamente. Gewandsznajder (2012) expõe que, em relação ao genótipo, o indivíduo que possui alelos iguais são considerados homocigóticos e aqueles onde são diferentes são chamados heterocigóticos. Uma das perguntas requeria a necessidade de entender o significado desses termos. No entanto, as respostas não eram condizentes com os significados. Encontram-se, a seguir as figuras (15 e 16) que nos mostram conclusões insuficientes dos dois grupos relativas ao assunto.

Figura 15 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pré-teste do Aluno C-GC)

14_ O que são indivíduos homocigóticos? E heterocigóticos? Exemplifique.

Indivíduos que possuem células iguais. Hetero: possuem células independentes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 16 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pré-teste do Aluno D-GT)

14_ O que são indivíduos homocigóticos? E heterocigóticos? Exemplifique.

1- mesmo zigoto
2- zigotos diferentes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Estes termos, por sua vez, são vistos nas exposições sobre a Lei da Segregação Genética. Assim, na etapa de ensino que estavam entende-se (ou subentende-se) que os mesmos possuiriam noções sobre, já que poderiam ter visto o assunto (mesmo que superficialmente) no ensino fundamental. Porém, pelo que foi observado, conclui-se que os alunos evidenciados têm noções sobre a etimologia das palavras citadas, mas sem domínio do conteúdo requerido.

Após a sequência das aulas, tiveram a oportunidade de mostrar o que haviam entendido sobre tal conteúdo. A questão 8 do pós-teste abordava o mesmo conteúdo observado na questão 14 do pré-teste: alelos e separação destes na formação dos gametas. As figuras 17 e 18 mostram as respostas dos mesmos alunos citados nas figuras anteriores (figuras 15 e 16 – alunos C-GC e D-GT, respectivamente), porém, no pós-teste.

Figura 17 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pós-teste do Aluno C-GC)

8_ Utilizando letras (use a letra inicial da característica recessiva), mostre os genótipos das seguintes ervilhas:

a_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si nunca deram ervilhas verdes: ZZ

b_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si davam ervilhas amarelas e verdes: Zz

c_ ervilhas verdes: zz

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 18 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo conceitos de Lei da Segregação Genética (Pós-teste do Aluno D-GT)

8_ Utilizando letras (use a letra inicial da característica recessiva), mostre os genótipos das seguintes ervilhas:

> a_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si nunca deram ervilhas verdes: VV x VV ou VV x Vv

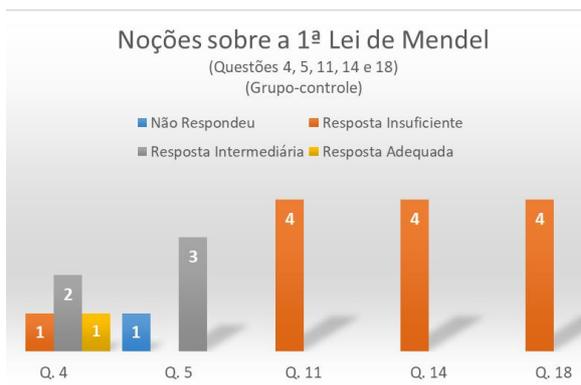
> b_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si davam ervilhas amarelas e verdes: Vv x Vv

> c_ ervilhas verdes: vv

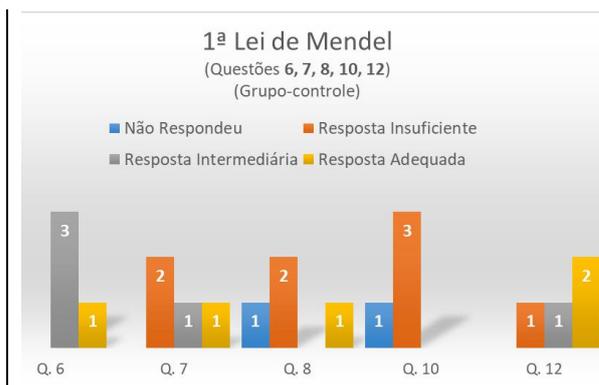
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observa-se que os dois alunos (Aluno C-GC e D-GT) responderam de maneira adequada a questão 8 do pós-teste. Apenas é verificado uma leve diferença, onde o aluno C do Grupo-Controle responde de maneira precisa o que é pedido, e que o outro aluno (D-GT) além de mostrar o par de alelos correspondente a cada pergunta, demonstra o tipo de cruzamento que pode acarretar na descendência dos cruzamentos citados. Isso reforça que os dois grupos estiveram em contato com o assunto, mesmo com métodos e materiais didáticos diferentes.

As respostas anteriores (figuras 17 e 18) evidenciam um dos assuntos estudados (1ª Lei de Mendel) e que foi também foco desta pesquisa. Os próximos gráficos (GRÁFICOS 12, 13, 14 e 15) resumem a compreensão dos dois grupos (GT e GC) em relação às ideias que envolvem a genética mendeliana clássica.

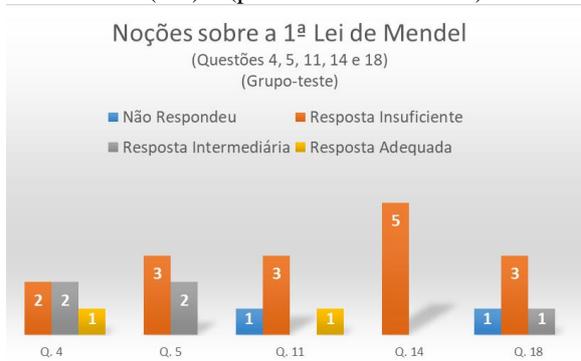


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 14 – Respostas sobre noções básicas da 1ª Lei de Mendel – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 15 – Respostas sobre a 1ª Lei de Mendel – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Os dados revelaram que no GC o avanço após o período da pesquisa com os alunos foi moderado. O GRÁFICO 13 exibe o resultado das respostas dos alunos desse grupo através do pós-teste e observou-se que houve pouco ou nenhum avanço no que se refere ao domínio da 1ª Lei de Mendel. Notou-se que todos os alunos deste grupo na maioria das questões do teste inicial (pré-teste – ANEXO A) declararam respostas insuficientes em três das cinco perguntas que abordava o tema núcleo e cromossomos. Já pela análise das respostas do pós-teste aplicado ao mesmo grupo (ANEXO B) percebeu que houve avanço para alguns alunos, pois houve pelo menos uma resposta satisfatória em quatro das cinco perguntas que questionava o mesmo assunto (GRÁFICO 13).

Os GRÁFICOS 14 e 15 mostram o comparativo inicial e final do GT no pré e pós-teste, respectivamente. Ao iniciar a pesquisa, havia pelo menos duas respostas satisfatórias, mesmo assim, o cenário do GT relativo aos conhecimentos das ideias mendelianas não era positivo. O GRÁFICO 14 demonstra que havia estudantes com insuficiência em suas respostas para todas as perguntas que envolviam o tema e até mesmo alguns que não conseguiram responder. O GRÁFICO 15 revela um avanço significativo dos estudantes do GT, visto que ao responderem ao pós-teste (ANEXO B) todas as perguntas continham

retornos cognitivos considerados satisfatórios. Destacam-se ainda as respostas para as questões 7 e 8, onde todos os alunos do GT responderam de forma adequada aos questionamentos sobre a 1ª lei de Mendel.

Foi analisada também a maneira que os alunos dos dois grupos se relacionavam com as aplicações teóricas ou práticas dos saberes genéticos mendelianos, como, por exemplo, os tipos (grupos) sanguíneos da espécie humana (Sistema ABO e fator Rh). Os GRÁFICOS 16, 17, 18 e 19 apontam os resultados dos questionários (pré e pós-teste) relacionados aos assuntos citados.

Gráfico 16 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GC) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 17 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 18 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GT) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 19 – Respostas sobre grupos sanguíneos (Sistema ABO) – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Como apresentado nos GRÁFICOS 16 e 17, avaliou-se que no GC existia pelo menos dois alunos com respostas satisfatórias no pré-teste. No pós-teste, infelizmente, não foi possível observar repostas consideradas adequadas no GC. As figuras 19 e 20 apresentam as respostas do aluno A-GC nos dois testes (pré e pós, respectivamente).

Figura 19 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pré-teste do Aluno A-GC)

13_ Considerando o sistema sanguíneo ABO, qual é o "doador universal"? E o "receptor universal"?

O- / AB

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 20 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo genética dos grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pós-teste do Aluno A-GC)

16_ Duas pessoas, uma do grupo sanguíneo AB e outra do grupo O, podem ter apenas filhos de sangue de que tipo? Demonstre.

ABO. Por que junta 😊

#FOLMAU

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Lopes e Lavander (2006) esclarecem que devido à ausência de **aglutinogênios A** e **B**, pessoas do grupo sanguíneo **O** são consideradas doadoras universais e possuem seu genótipo **ii**. Além disso, as mesmas autoras informam que pessoas que não contêm **aglutininas Anti-A** e **Anti-B** em seu plasma sanguíneo são consideradas receptoras universais e o genótipo é **I^AI^B**. A partir das afirmações sobre o conteúdo, o aluno A-GC soluciona a questão 13 (figura 19) de forma adequada. No entanto, ao final do período destinado às aulas da pesquisa o estudante foi questionado sobre a genética dos grupos sanguíneos e percebeu-se que o mesmo não conseguiu desenvolver explicação correta para tal indagação (figura 20).

Já em relação ao GT, como mostrado nos GRÁFICOS 18 e 19, nota-se respostas adequadas em ambos os testes (pré e pós). As figuras 21 e 22 mostram as soluções do aluno B-GT.

Figura 21 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pré-teste do Aluno B-GT)

13_ Considerando o sistema sanguíneo ABO, qual é o "doador universal"? E o "receptor universal"?

- O; AB.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 22 – Resposta considerada Adequada na solução de problema envolvendo genética dos grupos sanguíneos (Sistema ABO) (Pós-teste do Aluno B-GT)

16_ Duas pessoas, uma do grupo sanguíneo AB e outra do grupo O, podem ter apenas filhos de sangue de que tipo? Demonstre.

AB O $I^A I^B / ii$

$I^A i / I^B i$

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Nas figuras 21 e 22 o aluno B-GT demonstra domínio antes e após a sequência de aulas destinadas à pesquisa. Portanto, de maneira resumida, o estudante apresentou os tipos sanguíneos dos genitores envolvidos no cruzamento e seus respectivos genótipos, além de apresentar seus possíveis descendentes. Em colaboração à resposta final, é válido ressaltar que o ambiente dedicado aos estudos do aluno B-GT foi o Laboratório Escolar de Informática onde houve manipulação de cruzamentos semelhantes ao citado na questão 16 do pós-teste (ANEXO B).

Como conteúdo final de análise da pesquisa, foi avaliada a compreensão das ideias que concernem a 2ª Lei de Mendel. Para verificar isso, os cálculos probabilísticos genéticos também foram questionados por serem parte integrante do tema, além de poder colaborar na solução de problemas relativos ao assunto. Essa Lei, também chamada de Lei da Segregação Independente, é caracterizada pela separação independente de alelos localizados em cromossomos não homólogos na formação de gametas (LOPES e LAVANDER, 2006).

Com base na descrição do conceito sobre esse assunto, os alunos tiveram oportunidade de explicá-lo antes (pré-teste) e após (pós-teste) a sequência de aulas. No teste inicial foi avaliado apenas o domínio básico relativo ao assunto. Apenas um aluno dos dois grupos tentou responder à questão. Os outros colegas não responderam. A figura 23 apresenta tentativa de explicação do aluno B-GT sobre o conteúdo.

Figura 23 – Resposta considerada Insuficiente na solução de problema envolvendo bases da 2ª Lei de Mendel (Pré-teste do Aluno B-GT)

20_ Em relação ao sistema ABO e Fator Rh, são transmitidos independentemente um do outro na formação dos gametas. O que isso significa com relação à localização dos genes nos cromossomos?

Os genes carregam informações sanguíneas que os cromossomos os transportam. Cópia de meu sistema heterozigoto porém fator Rh homozigota.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

É compreensível a exposição do aluno B-GT e a não solução dos demais devido ao currículo do ensino fundamental não abordar esse tema. Dessa maneira, o contato inicial pode ter acontecido apenas com a 1ª Lei de Mendel (mesmo que superficialmente). Por outro lado, porém, o assunto é abordado no ensino médio. Em consequência disso, percebeu-se esforços dos estudantes dos dois grupos em resolver os problemas da Lei da Segregação Independente no pós-teste. As figuras 24 e 25 apresentam o que os estudantes do GC e do GT escreveram como respostas.

Figura 24 – Resposta considerada Intermediária na solução geral da questão envolvendo a 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno B-GC)

T.M.T.

13_ (UFRN) Considerando a segunda lei de Mendel e o cruzamento entre indivíduos que apresentam os genótipos AaBb x AaBb:

a) determine quantos e quais são os gametas que poderão ser formados nos AaBb;

$AaBb$
 $\swarrow \searrow$
 $AB \ Ba \ Ab \ ab$

4 $AaBb$

b) demonstre a proporção genotípica desse cruzamento.

$\frac{2}{4}$

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 25 – Resposta considerada Adequada na solução geral da questão envolvendo a 2ª Lei de Mendel (Pós-teste do Aluno A-GT)

13_ (UFRN) Considerando a segunda lei de Mendel e o cruzamento entre indivíduos que apresentam os genótipos AaBb x AaBb:

a) determine quantos e quais são os gametas que poderão ser formados nos AaBb;
 Poderão ser formados 4 gametas, sendo eles, AB, aB, Ab, ab.

b) demonstre a proporção genotípica desse cruzamento.
 AB=9, aaB=3, A-bb=3 a-b=1

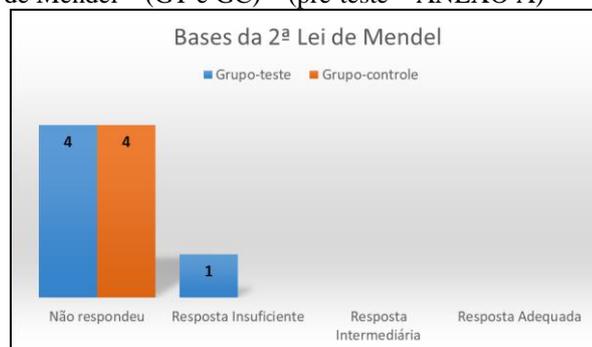
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Verificou-se que o aluno B-GC respondeu ao item A de maneira adequada. Contudo, ao explicar o item B da mesma questão (figura 24) não foi possível fazer ligação com o que havia sido pedido como resposta. Ao analisar as respostas do aluno A-GT (figura 25), observou-se soluções adequadas tanto de maneira detalhada dos tipos de gametas (item A da questão 13 do pós-teste) como também resumiu a proporção genotípica do cruzamento (item B da questão 13 do pós-teste).

Em relação aos estudos do assunto citado, os alunos do grupo-teste (GT) fizeram simulações de cruzamentos envolvendo a 2ª Lei de Mendel nos computadores do Laboratório Escolar de Informática. E como complementação, resolveram atividades envolvendo cruzamentos tanto da 1ª como da 2ª Lei de Mendel.

O GRÁFICO 20 exibe o resultado obtido dos dois grupos (GC e GT) a partir do pré-teste (ANEXO A). Os GRÁFICOS 21 e 22 apontam o que os grupos conseguiram atingir após as aulas.

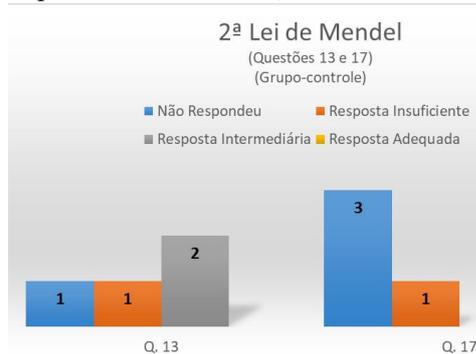
Gráfico 20 – Respostas sobre noções básicas da 2ª Lei de Mendel – (GT e GC) – (pré-teste – ANEXO A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

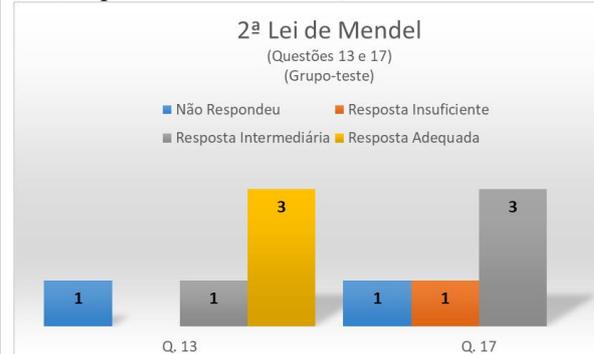
Gráfico 21 – Respostas sobre 2ª Lei de Mendel – (GC) | Gráfico 22 – Respostas sobre 2ª Lei de Mendel –

– (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

(GT) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O GRÁFICO 20 deixa claro o quão os alunos estavam distantes do conteúdo 2ª Lei de Mendel no momento de aplicação do pré-teste. Isso ocorreu nos dois grupos, pois não responderam, com exceção de um aluno que, ao tentar solucionar, demonstrou ser insuficiente o que descreveu para resolver o problema.

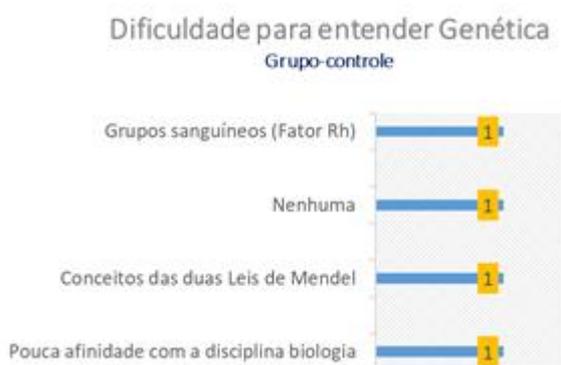
Por meio do pós-teste, observou-se algumas mudanças nos grupos pesquisados. O GRÁFICO 21 indica que o GC mostrou certo avanço, visto que no teste anterior (pré-teste – ANEXO A) sobre o mesmo assunto não havia sido notado conhecimento suficiente. Constatase ainda no mesmo gráfico que o progresso não foi suficiente para se chegar às respostas consideradas adequadas, dado que houve alunos que não conseguiram responder e ainda aqueles que ao tentar solucionar as questões declararam respostas insuficientes ou intermediárias.

O GT, obteve resultados positivos ao responder assuntos ligados a 2ª Lei de Mendel como mostra o GRÁFICO 22. Neste gráfico é possível constatar a presença de alunos que não responderam às duas perguntas que tratavam sobre o tema além de outro estudante que declarou resposta com nível insuficiente. Mesmo diante disso, o progresso foi percebido tendo a presença de resoluções com níveis intermediários e adequados àquela etapa de ensino. O que não havia sido notado no teste realizado no início da pesquisa (pré-teste – ANEXO A).

Após as análises dos resultados obtidos que se refere a compreensão dos assuntos da genética mendeliana e de conteúdos considerados prévios para seu entendimento, foi realizada uma investigação, inserida no pós-teste, sobre as possíveis dificuldades encontradas na aprendizagem de genética, uma breve avaliação do ensino de genética mendeliana na escola e possibilidades em seguir profissão que envolva direta o indiretamente os conteúdos abordados.

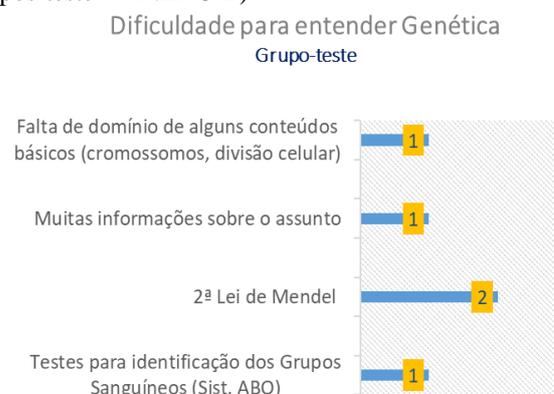
Os GRÁFICOS 23 e 24 apontam o que os alunos dos dois grupos responderam sobre as dificuldades encontradas para entender os princípios básicos da hereditariedade.

Gráfico 23 – Respostas relacionadas às possíveis dificuldades na compreensão da genética – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 24 – Respostas relacionadas às possíveis dificuldades na compreensão da genética – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)



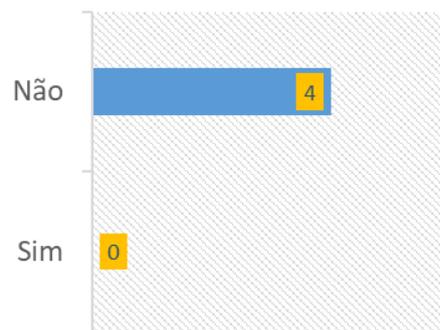
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Em outras pesquisas como as abordadas por Rosário (2016) e Bahar, Johnstone e Hansel (1999), o vocabulário genético, o conteúdo matemático e a incerteza de significados de termos considerados semelhantes podem dificultar a sua compreensão do conteúdo de genética mendeliana.

Identificou-se nesta pesquisa (GRÁFICOS 23 e 24) que, além dos termos genéticos, os alunos encontraram outras dificuldades na compreensão do tema, como: não domínio de conteúdos prévios (cromossomos, divisão celular); quantidade expressiva de informações que o assunto aborda; conteúdos genéticos específicos – grupos sanguíneos (Sistema Abo e fator Rh) e 2ª Lei de Mendel. Junto a isso, constatou-se algumas abordagens pessoais para o não entendimento efetivo do assunto descrito informando como resposta que “não se identificou com a disciplina Biologia” (GRÁFICO 23).

Foi observado ainda no pós-teste (ANEXO B) que foram desenvolvidas algumas competências nos alunos e, dessa forma, fizeram ligações entre o assunto abordado com situações particulares ou sociais. Para essa constatação foram realizadas perguntas com possibilidades de respostas pessoais que estão agrupadas nos gráficos a seguir (GRÁFICO 25 para GC e GRÁFICO 26, GT) com as respectivas justificativas de suas opiniões (QUADRO 3 para GC e QUADRO 4, GT).

Gráfico 25 – Respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)



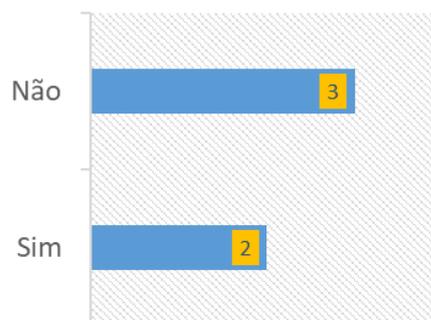
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quadro 3 – Justificativas das respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)

Aluno A – GC: (não respondeu/justificou);
 Aluno B – GC: “*Não quero profissão que tenha genética, pois não me “encaixei” bem neste assunto*”.
 Aluno C – GC: “*Não me identifiquei com a “profissão”, por isso não tenho interesse em trabalhar com genética.*
 Aluno D – GC: “*Não gostaria de ser um geneticista ou trabalhar com a área, porém, o conteúdo é bem interessante*”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 26 – Respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quadro 4 – Justificativas das respostas relacionadas à possível oportunidade em seguir uma profissão que aborde direta ou indiretamente o conteúdo de genética mendeliana – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)

Alunos que informaram que gostariam de exercitar alguma profissão que envolva genética:

Aluno A – GT: “*Pois poderia resolver vários problemas da sociedade*”.

Aluno D – GT: “*Pois engloba muitas “coisas”; há ainda outras a serem avaliadas (tipos sanguíneos sendo descobertos) e prever características; a área pode nos tornar capacitado a alterar características (ex.: modificação de características de plantas)*”.

Alunos que informaram que não gostariam de exercitar alguma profissão que envolva genética:

Aluno B – GT: “*Não é o conteúdo que mais me identifico*”.

Aluno C – GT: “*Infelizmente não me interessa em estudar a fundo a Biologia*”.

Aluno E – GT: *“É uma área de estudo muito interessante, mas a paixão vem de dentro mesmo. É questão de muita dedicação”*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Notadamente o GRÁFICO 25 e o QUADRO 3 mostram que o GC não teve interesse em participar de profissões que adotem os assuntos que envolvem genética em suas grades curriculares.

Em relação às respostas do GT, o GRÁFICO 26 e o QUADRO 4 indicam dois alunos que tiveram intenção em realizar atividades acadêmicas de nível superior e desejo em seguir alguma profissão que adote o assunto genética como tema principal. Nas justificativas (QUADRO 4) relacionadas às respostas dos alunos que gostariam de exercitar alguma profissão que envolva genética, foi notável nos Alunos A – GT e D – GT o indicativo de desenvolvimento de competências, visto que declararam possíveis soluções de problemas na sociedade. Com isso, foi possível perceber que os Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) e seu documento complementar (PCN+) foram colocados em prática no decorrer das aulas destinadas a essa pesquisa com os alunos do GT. Pôde-se perceber isso através das declarações do QUADRO 4, pois esses documentos propõem a possibilidade, através do currículo do ensino médio, de o estudante desenvolver competências que objetivam exercer a capacidade de abstração e do pensamento sistêmico com a capacidade de obter alternativas de soluções de problemas e buscar conhecimento (BRASIL, 2000).

Por fim, os alunos do GC e GT avaliaram o ensino de genética em sua instituição de ensino. A avaliação adotou os seguintes conceitos: excelente, bom, intermediário, ruim ou muito ruim. Seguida a declaração dos conceitos avaliativos, os justificaram.

Está disponibilizado a seguir o resultado da avaliação do ensino de genética na sua escola sob a ótica discente (GRÁFICO 27 para GC e GRÁFICO 28, GT) com as respectivas justificativas de suas afirmações (QUADRO 5 para GC e QUADRO 6, GT).

Gráfico 27 – Respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quadro 5 – Justificativas das respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GC) – (pós-teste – ANEXO B)

Justificativas relativas ao Conceito Excelente:

Aluno A – GC: *“O(a) professor(a) tem muita propriedade e sabe ‘passar’ o conteúdo”.*

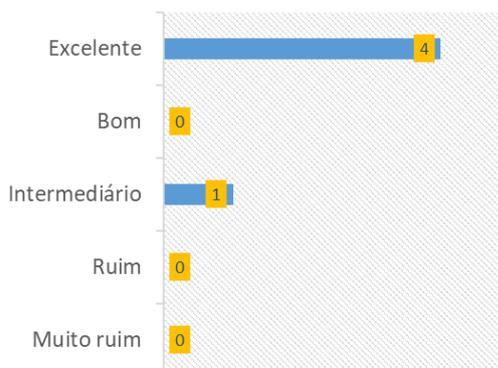
Aluno B – GC: *“Avalio bem, pois temos recursos que podem ser bem utilizados”.*

Aluno C – GC: *“O tema foi bem aprofundado”.*

Aluno D – GC: *“O(a) Professor(a) explica bem, porém tenho algumas dificuldades, por isso não entendi alguns assuntos”.*

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Gráfico 28 – Respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quadro 6 – Justificativas das respostas sobre avaliação do ensino de genética na escola que frequentam – (GT) – (pós-teste – ANEXO B)

Justificativas relativas ao Conceito Excelente:

Aluno A – GT: *“Pois, com a dinâmica passada no ensino do conteúdo facilita o entendimento, e assim, gerando um ótimo aprendizado”.*

Aluno B – GT: *“Pois há uma preocupação com a explicação e com os detalhes”.*

Aluno D – GT: *“Excelente e didático; com várias demonstrações para melhor entendimento pedagógico”.*

Aluno E – GT: *“Os professores costumam ser bem dinâmicos, trazendo recursos que se tornam atrativos para os alunos”.*

Justificativas relativas ao Conceito Intermediário:

Aluno C – GT: *“As explicações dos professores são boas, porém não suficiente. É relevante”.*

o uso de novos recursos didáticos em sala, como estes softwares”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observou-se nas avaliações realizadas pelos alunos que compunham os dois grupos (GRAFICOS 27 e 28) que o ensino de genética na escola em que estudam ocorre de forma adequada.

Analisando as justificativas do GC, percebeu-se que dois alunos (alunos A-GC e D-GC) elogiaram a forma que o(a) professor(a) que os acompanharam em sala de aula tinha perante o ensino de genética. Outro (aluno C-GC) somou informando sobre a importância do(a) professor(a) no aprofundamento do conteúdo abordado. O aluno B-GC declarou que havia avaliado bem por conter recursos que poderia auxiliar, mas não informou que recursos seriam.

Diante das análises sobre as justificativas da avaliação do ensino de genética em sua escola, o GT relatou positivamente a sequência de aulas em que estiveram juntos com o professor pesquisador no Laboratório Escolar de Informática para uso dos computadores. Os alunos A G-T e B G-T elencaram a metodologia utilizada pelo professor que o acompanharam durante a pesquisa declarando que houve preocupação com a exposição e o detalhamento dos assuntos, culminando em melhor aprendizagem. Os alunos C G-T, D G-T e E G-T deixaram claro em seus depoimentos que os recursos didáticos (*Softwares* Educativos) que utilizaram no LEI são de extrema importância na aprendizagem do assunto em que tiveram contato.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

A Portaria Normativa Nº 7/2009 do Ministério da Educação, que dispõe sobre os mestrados profissionais no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), descreve como essas pós-graduações devem ser implementadas, acompanhadas e avaliadas. Com isso, o desenvolvimento de produtos educacionais torna-se uma das etapas essenciais destes cursos, sendo um dos pontos que os diferenciam dos demais (mestrados acadêmicos). Neste caso, o mestrando deve elaborar modelos de ensino (estratégias, *softwares* ou aplicativos, plataformas virtuais, metodologias) para alguns assuntos e que estes possam ser realmente colocados em prática por profissionais da educação dando-os uma real utilidade (MOREIRA e NARDI, 2009).

O professor de Biologia enfrenta diversas dificuldades, desde sua qualificação inicial (graduação), passando por sua formação continuada (se houver), até mesmo o pouco tempo para planejamento de suas aulas, além da precariedade estrutural encontrada em muitas escolas públicas brasileiras da educação básica que resultam em poucos ou em nenhum ambiente para as práticas laboratoriais. Para auxiliá-los, foi elaborado paralelo a esta pesquisa um Produto Educacional (PE) que está sob a forma de um livreto chamado “Manual de propostas didáticas para o ensino de genética mendeliana com a utilização de *Softwares* Educacionais”.

O Manual foi elaborado visando facilitar o ensino de Biologia e, conseqüentemente, colaborar na aprendizagem dos educandos de assuntos específicos de Biologia (genética mendeliana) no nível médio da educação básica. Atrelado a isso, pretende-se propagar o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação para que os estudantes possam entender, através de simulações, resumos/esquemas, imagens/fotografias, atividades, animações e vídeos, as principais ideias que fundamentam esse ramo da Biologia que elucida os fenômenos da hereditariedade.

O cerne do PE foi dividido da seguinte maneira: sete planos de aula com propostas didáticas para o ensino de genética mendeliana e de conteúdos considerados prévios; e unido a cada plano de aula estão disponíveis a apresentação dos *Softwares* Educativos utilizados pelo pesquisador e alunos que fizeram parte do Grupo Teste desta pesquisa. Dessa maneira, o profissional ao utilizar o PE citado terá a oportunidade em, primeiramente, realizar a leitura dos planos de aula para colocá-los em prática, ficando a seu critério as possíveis adaptações e, em seguida, conhecer o material que irá utilizar através de

captura (*print screen*) de imagens das telas dos SE em questão.

Destarte, este PE é destinado aos profissionais do magistério que atuam frente a disciplina Biologia com o intuito de mediar as situações pedagógicas através da aplicação dos SE e, com isso, aprimorar suas metodologias de ensino e tornar suas aulas atrativas e dinâmicas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual pesquisa mostrou que o currículo de ensino da EEEP EDSON QUEIROZ ao ofertar na sua grade curricular a disciplina Biologia inclui o conteúdo de genética previsto nos parâmetros curriculares da educação brasileira (PCNEM e PCN+).

Verificou-se que o(a) professor(a) participante da pesquisa possui graduação na área e que em sua formação não possuía créditos relacionados ao uso das Tecnologias Digitais em sala de aula. Foi verificado que essas tecnologias são utilizadas pelo(a) profissional com grande frequência em suas atividades de planejamento e com menor frequência nas exposições e discussão de suas aulas. Diante desse quadro, foi observado que o(a) docente reconheceu a necessidade de maior uso desses meios e que a escola realize investimentos físicos e curriculares para inserção destas ferramentas no ensino.

Foram descritos nesta pesquisa diversos recursos didáticos que podem favorecer o ensino de genética mendeliana. Porém, foi identificado na entrevista com o(a) profissional citado(a) que a formação (inicial ou continuada) é um dos fatores importantes na utilização das Tecnologias Digitais em sala de aula e que deve ser considerado para o seu baixo índice de uso nas aulas de Biologia.

Como previsto nos documentos que direcionam o ensino médio brasileiro (PCNEM e PCN+), observou-se que o currículo de Biologia adotado pela escola pesquisada trouxe resultados significativos quanto ao desenvolvimento de competências quando aliado às Tecnologias Digitais (aulas que ocorreram no Laboratório Escolar de Informática) com mediação do professor. Isso ficou expresso quando alunos que fizeram parte do Grupo Teste apontaram possibilidades em associar estudos acadêmicos futuros ao conteúdo de genética mendeliana que fora abordado na pesquisa.

Depreendeu-se dessa dissertação que a utilização dos SE trouxe diversos pontos positivos para o ensino de Biologia e, como consequência, melhoria na aprendizagem dos assuntos de genética, como: 1ª Lei de Mendel, grupos sanguíneos e 2ª Lei de Mendel, além de assuntos considerados prévios.

Portanto, a partir da questão orientadora da pesquisa sobre “de que maneira a aplicação de *Softwares* Educativos auxilia os educandos na compreensão dos conceitos de genética mendeliana abordados no ensino médio?” constatou-se que os SE possuem grande relevância na aprendizagem de genética mendeliana abordados no ensino médio, assim como facilitação nas atividades do magistério que objetivam transcender a visão tradicionalista em sala de aula buscando educandos ativos em seu próprio processo educacional.

Diante disso, a pesquisa propiciou compreensão sobre a influência das Tecnologias Digitais no ensino de genética e que pôde mostrar que o levantamento bibliográfico realizado converge com as situações didáticas realizadas ao longo desta pesquisa. Por notar a positividade trazida ao ensino, foram elaborados planos de aulas baseados nessas práticas que forma o Produto Educacional chamado “Manual de propostas didáticas para o ensino de genética mendeliana com a utilização de *Softwares* Educacionais” que tem como finalidade facilitar o ensino e a aprendizagem de genética mendeliana nas aulas de Biologia do Ensino Médio.

Desta maneira, a presente pesquisa pretende contribuir com as demais aumentando e/ou divulgando excelentes alternativas tecnológicas para o cenário do ensino de Biologia nas escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Biologia das Populações*, vol. 3. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

ARAÚJO, José Anchieta de. *et al.* **Dificuldades encontradas na disciplina de ciências naturais por alunos do ensino fundamental de escola pública da cidade de redenção-PA.** In: Revista Lugares de Educação [RLE]. Bananeiras/PB: v. 3, n. 6, p. 230-241, Jul.-Dez., 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/rle/article/view/15916>>. Acesso em 15 out 2018.

BACICH, Lilian. NETO, Adolfo Tanzi. TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Porto Alegre: Penso, 2015

BACICH, Lilian. MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso 2018.

BAHAR, Mehmet.; JOHNSTONE, Alex H.; H.; HANSELL, M. H. **Revisiting Learning Difficulties in Biology.** Journal of Biological Education, Glasgow, v. 33, n. 2, 84-86, 1999.

BANET, E.; AYUSO, E. **Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria.** Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 20, n. 1, p. 137-157, 2002. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n1/02124521v20n1p133.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BEZERRA, Joelma Pimentel. **O uso do software *educandus* como recurso didático no ensino de Biologia com ênfase nos conteúdos de ecologia para os alunos do ensino médio das escolas de referência de Garanhuns-PE.** 2015. Dissertação (Mestrado em tecnologias e educação) - Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração Instituto de Educação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2015.

BIZZO, Nélio. **Ciências biológicas: orientações curriculares do ensino médio.** Brasília: MEC/SEB, 2004, p. 148-169. Disponível em: <<http://files.biopibid2011.webnode.com.br/200000018-e836be9301/Ci%C3%A2ncias%20Biol%C3%B3gicas.pdf>>. Acesso em 06 jan 2019.

BIZZO, Nélio. **Como eu ensino: pensamento científico, a natureza da ciência no ensino fundamental.** São Paulo: Melhoramentos, 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 03 jan 2019.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei Nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 03 jan 2019.

_____. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de junho de 2014.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm>. Acesso em: 10 jan 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: MEC/SEED/PNIE, 199-.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Bases Legais**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)**. Brasília: MEC/SEMT, 2003. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 03 jan 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEMT, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Vol. 2. Brasília: MEC/Seb, 2006.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Portaria normativa Nº 7, de 22 de julho de 2009**: Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Revogada-Portaria-Normativa-n_7-22-de-junho-2009-Mestrado-Profissional.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019.

_____. Portal do Professor. **Aula: Genética – O INÍCIO! Monoibridismo e a 1ª Lei de Mendel**. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/ficha_TecnicaAula.html?aula=1954>. Acesso em 26 abr. 2019.

_____. Resolução nº 2, CNE/CEB 2/2012. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9917-rceb002-12-1&Itemid=30192>. Acesso em: 10 jan 2019.

_____. Resolução nº 3, CEB 3/1998. Diário Oficial da União, Brasília, 05/08/1998, Seção 1, p. 21. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf>. Acesso em: 10 jan 2019.

BRITO, Glaucia da Silva. PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. **Educação e novas tecnologias: um (re)pensar**. 2. ed. Curitiba: InterSaber, 2015.

CAMPBELL, Donald T.; STANLEY, Julian C. **Diseños experimentales y cuasiexperimentales em la investigación social**. Buenos Aires: Amorrortu Editores, 1995.

CANTO, Eduardo Leite do. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2012.

CAPRON, H. L. JOHNSON, J. A. **Introdução à informática**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

CARDOSO, Nilson de Sousa. FRANÇA-CARVALHO, Antonia Dalva (orgs). **Ensino e pesquisa em ciências e biologia na educação básica**. Teresina: EDUFPI, 2014.

CASTOLDI, Rafael.; POLINARSKI, Celso Aparecido. **A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, Ponta Grossa, 2009. **Anais do I SINECT**. Disponível em: <http://www.sinct.com.br/anais2009/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018

COBURN, Peter. *et al.* **Informática na educação**. Trad. ROITMAN. R.; CAMPOS, G. H. B. de. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

DAVID, Célia Maria. *et al* (orgs). **Desafios contemporâneos da educação**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/zt9xy/pdf/david-9788579836220.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

DEMO, Pedro. **APRENDIZAGENS E NOVAS TECNOLOGIAS**. Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Educação Física. Vol. 1, n. 1, p. 53-75, Agosto/2009. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/sat/textos/80-388-1-PB.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

EDITORAAJS. **Por um ensino inovador de Biologia**. Disponível em: <<http://www.editoraajs.com.br/pnld2015/biologia/#/apresentacao>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

FEITOSA, Antonia Arisdela Fonseca Matias Aguiar; RANGEL, Josefa Rafaeli Ferreira de Sousa. **DESAFIOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE BIOLOGIA: concepções e fazeres no espaço escolar**. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO. EDUCAÇÃO TECNOLOGIA E A ESCOLA DO FUTURO. 2015, Recife. Anais, 2015. Disponível em: <<http://www.pe.senac.br/congresso/anais/2015/arquivos/pdf/poster/DESAFIOS%20PEDAG%20C3%93GICOS%20NO%20ENSINO%20DE%20BIOLOGIA%20CONCEP%20C3%87%20C3%95ES%20E%20FAZERES%20NO%20ESPA%20C3%87O%20ESCOLAR.pdf>>. Acesso em: 12 Dez. 2018.

FIGUEIREDO, José Eduardo M.; *et al.* **Sim-Colmeia: Ambiente de simulação da dinâmica populacional de uma colmeia para o ensino de Biologia**. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, Aracaju, 496-505, 21 a 25 Nov/2011. Disponível em:<<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2011/0058.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Trad. Magda Lopes. Porto Alegre: Penso, 2013.

FONTANA, Fabiana Fagundes; CORDENONSI, André Zanki. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. *ÁGORA*, Florianópolis, v. 25, n. 51, p. 101-131, jul./dez. 2015. Disponível em: < <http://oaji.net/articles/2015/2526-1445867359.pdf>>. Acesso em: 10 Mar. 2019.

FREIRE, Paulo.; PAPERT, Seymour. **Freire e Papert discutem a pedagogia dos tempos globais**. *Jornal da tarde*, São Paulo, 20 jan. 1996. Caderno de sábado. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/2466/1/FPF_OPF_05_013.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019.

_____. PAPERT, Seymour. **O futuro da escola**. Diálogo gravado e documentado entre Paulo freire e Seymour Papert. São Paulo: TV PUC-SP, 1995.

_____. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

_____. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Projeto Teláris: Ciências*. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDBACH, Tânia. *et al.* **Brincando com a dificuldade do ensino da genética**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. 2017, Florianópolis. Anais, 2017. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1904-1.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

GOLDBACH, Tânia; MACEDO, Aretusa Goulart Andrade. **Produção científica e saberes escolares na área de ensino de Genética: olhares e tendências**. In: VII Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p545.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; FILHO, Kepler de Souza Oliveira. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060608.pdf>>. Acesso em: 25 abr 2019.

HOUSSAYE, Jean. **Théorie et Pratiques de l'Education Scolaire: le triangle pédagogique**. 3 ed. Editions Peter Lang, 2000.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. RIPPEL, Jorge Luiz. **Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio.** IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL076.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** 8. ed. Campinas: Papyrus, 2017.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e tempo docente.** Campinas: Papyrus, 2013.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia.** 4. ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2008.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

LAKOMY, Ana Maria. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem.** 2. Ed. Curitiba: Ibpex, 2008.

LEITE, Maici Duarte et al. **Softwares educativos e objetos de aprendizagem: Um olhar sobre a análise combinatória.** In: Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 10., 2009, Ijuí/RS. Anais. Disponível em: <<https://www.ifesp.edu.br/ik/images/documentos/diversos/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20softwares%20educacionais.pdf>>. Acesso em: 17 Abr. 2018.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus Professor, Adeus Professora? Novas exigências educacionais e profissão docente.** 13 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante; VASCONCELOS, Simão Dias. **A análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife.** Aval. Pol. Públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n. 52, p. 397 – 412. Jul/Set. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v14n2/a08v1452>>. Acesso em: 11 jan 2019.

LOMBARD, François. **Du Triangle de Houssye au Tétraèdre des TIC: Comment l'analyse des productions tic peut permet d'approcher une compréhension des interactions entre les savoirs d'expérience et de recherche.** Paper presented at the Colloque REF03, Genève, 2003.

LOPES, Sônia; MENDONÇA, Vivian Lavander. **Bio: Volume 3.** 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio. Volume 1.** São Paulo, SP, 2014. 1 DVD-ROM.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio. Volume 2.** São Paulo, SP, 2014. 1 DVD-ROM.

MENDONÇA, Vivian Lavander. **Biologia – Ensino Médio.** São Paulo, SP, 2015. 1 DVD-ROM

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo.** São Paulo: EPU, 1986.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. São Paulo: Papirus. 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; NARDI, Roberto. **Mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: Alguns esclarecimentos**. R.B.E.C.T, v. 2, n. 3, set/dez 2009.

MORIN, Edgard. **Os países latinos têm culturas vivas**. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 05 Set. 1998. p. 4. Caderno Idéias/Livros.

NETO, Alaim Souza (org.). **Educação, aprendizagem e tecnologias: relações pedagógicas e interdisciplinares**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2018.

NIQUINI, Débora. **Informática na educação: implicações didático-pedagógica e construção do conhecimento**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996.

NORKUS, Mariangela. **Software educacional de biologia: da utilização à proposição de critérios de avaliação e seleção para a rede pública estadual paulista**. 2014. Dissertação (Mestrado em educação) – Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2014.

NÓVOA, António Sampaio da. **Revista Profissão docente (entrevistas)**. Reitor da Universidade de Lisboa defende um novo olhar para o ofício de professor, assentado em quatro eixos: formação, cultura profissional, avaliação e intervenção pública. Disponível em: <<https://www.revistaeducacao.com.br/profissao-docente/>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

OLIVEIRA, Angelina dos Santos. LIMA, Daniel Cassiano. **A percepção de uma área de caatinga por estudantes de uma escola municipal em itapipoca-ce, uma experiência no contexto da educomunicação**. In: BORGES-NOJOSA, Diva Maria. LIMA, Isaías Batista de. RIBEIRO, Júlio Wilson Ribeiro (orgs.). **Interdisciplinaridade em tecnologia educacional e educação ambiental**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2018. p. 173-184.

OLIVEIRA, Noé de. **Uma proposta para avaliação de software educacional**. 2001. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção com ênfase em Mídia e Conhecimento) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PACIEVITCH, Yuri. **Software**. Infoescola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/informatica/software/>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Trad. Sandra Costa. Ed. revisada. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARANÁ. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. **DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA – BIOLOGIA**. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf>. Acesso em: 10 jan 2019.

_____. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. **OS DESAFIOS DA ESCOLAPÚBLICAPARANAENSE NAPERPECTIVA DO PROFESSOR PDE**. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_bio_artigo_eleuzi_pinheiro_da_silva.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PhET - Physics Educational Technology. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu>>. Acesso em: 20 out. 2018.

PONTE, João Pedro da. **Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?** Revista Iberoamericana de Educación, n. 24, p. 63-90, set./dez. 2000. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3993/1/00-Ponte%28TIC-rie24a03%29.PDF>>. Acesso em: 10 Mar. 2019.

PRENSKY, Marc. **Learning in the Digital Age**. Eugene, v. 63, n. 4, p. 8-13, December 2005/January 2006.

ROSÁRIO, Kauane Durães do. **O ensino de genética em escolas públicas de Urucuiá – MG**. 2016. Dissertação (Mestrado em Genética) – Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2016.

ROBINSON, Tara Rodden. **Genética Para Leigos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: ALTA BOOKS, 2015.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Tradução: Ernani F. da Fonseca Rosa. 3 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

SACRISTÁN, José Gimeno. **10 teses sobre a aparente utilidade das competências em educação**. In: SACRISTÁN, José Gimeno. e col (org.). Educar por Competências, o que há de novo? (p.13-63). Ed. Artmed, 2011.

SANTOS, Francisco Alves. SANTANA, Isabel Cristina Higino. **Investigando as pesquisas sobre analogias: o que mostram os anais dos encontros de ensino de ciências?** Revista educação, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 757-772, out./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/32444>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

SILVA, K. N. da; FERREIRA, L. da C. e SILVA-FORSBERG, M. C. **Simulações computacionais aplicadas ao ensino de Biologia**. In. II SENEP- Seminário Nacional de Educação profissional e Tecnológica. 2010. Disponível em <http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2010/Posteres/GT02/SIMULACOES_COMPUTACIONAIS.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2017.

SILVA, Marco. **Sala de Aula Interativa: a educação presencial e a distância em sintonia com a era digital e com a cidadania**. In XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação, Campo Grande, 2001. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/80725539872289892_038323523789435604834.pdf>. Acesso em: 17 Abr 2019.

SILVA, Eryck Pedro da. **GNT-Cyst 2.0 - Um Software Educacional para o Ensino de Genética**. Rio de Janeiro: 2016. Software Educacional. Disponível em: <<https://github.com/eryckpedro/GNT-Cyst-2.0>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

STUMPENHORST, Josh. **A nova revolução do professor: práticas pedagógicas para uma nova geração de alunos**. Trad. Vera Joscelyne. Petrópolis: Vozes, 2018.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. **Reusabilidade de objetos educacionais**. In: RENOTE – Revista Novas Tecnologias para a Educação. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED- UFRGS), v. 1. n° 1, 2003. Disponível em: < http://penta2.ufrgs.br/edu/ciclopalestras/artigos/marie_reusabilidade.pdf> Acesso em: 29 nov. 2018.

TIC EDUCAÇÃO – 2015. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2015 [livro eletrônico]**. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016. Disponível em: < <https://cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras-tic-educacao-2015/>>. Acesso em: 20 Nov. 2017.

TIC EDUCAÇÃO – 2017. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2017 [livro eletrônico]**. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018. Disponível em: < <https://cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras-tic-educacao-2017/>>. Acesso em: 17 Abr. 2019.

UNESCO. **Ciência e tecnologia com criatividade: análises e resultados**. Brasília: UNESCO, 2004. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001365/136552por.pdf>>. Acesso em 16 jul 2018.

VALENTE, José Armando. **Diferentes usos do computador na educação**. In Em Aberto: Tendências na informática em educação. Brasília, ano 12, n. 57, p. 3-16, jan-mar./1993. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000630.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

VALENTE, José Armando (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VESCE, Gabriela E. Possolli. **Softwares educacionais**. Infoescola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/informatica/softwares-educacionais/>>. Acesso em: 10 Abr. 2019

VIDAL, Eloisa Maia; MAIA, José Everardo Bessa. **Computação: informática educativa**. 2 ed. Fortaleza: EdUece, 2015.

VIDAL, Eloísa Maia; MAIA, José Everardo Bessa; SANTOS, Gilberto Lacerda. **Educação, Informática e Professores**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory**. Unpublished doctoral dissertation, Brigham Young University. 2000. Disponível em <<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em 7 nov 2018.

_____. **The instructional use of learning objects** . 2002. Disponível em <<https://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>>. Acesso em: 20 nov 2018.

APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Aceito que o pesquisador **THIAGO DA COSTA GERMANO** desenvolva nesta Instituição de Ensino sua pesquisa intitulada “**O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**”, vinculada ao Centro de Ciências do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará.

Necessita-se, portanto, o acesso ao corpo docente da disciplina Biologia, por meio de entrevista semiestruturada para posterior análise de conteúdo e, também, de alguns dados institucionais, além de aulas com uso de *softwares* educativos e observações a partir disto.

Os dados coletados serão utilizados com objetivos acadêmicos seguindo a Resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 510/2016, MS.

Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nessa pesquisa, concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento.

Cascavel/CE, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) responsável pela Instituição

Assinatura do pesquisador

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(DISCENTE COM 18 ANOS COMPLETOS ATÉ O PRIMEIRO DIA DA PESQUISA
NA ESCOLA)**

Caríssimo(a) aluno(a) da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz, você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado intitulada “**O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO**”, de responsabilidade do pesquisador **THIAGO DA COSTA GERMANO**. Este estudo pretende divulgar para a comunidade escolar, em geral, a relevância que os meios didáticos eletrônicos possuem no ensino de Genética. Para isso, serão aplicados nas aulas deste conteúdo *softwares* educacionais e, com isso, verificar se o uso deste auxilia o professor e se o mesmo é facilitador na aprendizagem. Você contribuirá com a pesquisa realizando avaliações iniciais e finais (pré-teste e pós-teste, respectivamente). Todos estes momentos serão vivenciados no Laboratório Escolar de Informática (LEI) sob orientação do(a) Professor(a).. Nenhuma despesa será necessária (a receber ou a pagar) para participar desta pesquisa. Importante salientar que, a qualquer momento, poderá deixar de participar desta, sem justificativa e sem sofrer qualquer prejuízo. Seu nome será mantido sob sigilo, assegurando sua privacidade e, caso precise, terá todas as informações sobre esse estudo.

Após ter lido cuidadosamente as informações aqui contidas e tirar dúvidas com o responsável, você torna-se então esclarecido de que os dados coletados irão ser utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa.

Eu, _____, RG _____
declaro ter sido informado(a) e concordo em participar como voluntário(a) da pesquisa de dissertação de mestrado acima descrita.

Cascavel/CE, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RESPONSÁVEL DO DISCENTE COM MENOS DE 18 ANOS ATÉ O PRIMEIRO DIA DA PESQUISA NA ESCOLA)

Caríssimo(a) aluno(a) da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz, você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de dissertação de mestrado intitulada **“O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO”**, de responsabilidade do pesquisador **THIAGO DA COSTA GERMANO**. Este estudo pretende divulgar para a comunidade escolar, em geral, a relevância que os meios didáticos eletrônicos possuem no ensino de Genética. Para isso, serão aplicados nas aulas deste conteúdo *softwares* educacionais e, com isso, verificar se o uso deste auxilia o professor e se o mesmo é facilitador na aprendizagem. Você contribuirá com a pesquisa realizando avaliações iniciais e finais (pré-teste e pós-teste, respectivamente). Todos estes momentos serão vivenciados no Laboratório Escolar de Informática (LEI) sob orientação do(a) Professor(a). Nenhuma despesa será necessária (a receber ou a pagar) para participar desta pesquisa. Importante salientar que, a qualquer momento, poderá deixar de participar desta, sem justificativa e sem sofrer qualquer prejuízo. Seu nome será mantido sob sigilo, assegurando sua privacidade e, caso precise, terá todas as informações sobre esse estudo.

Após ter lido cuidadosamente as informações aqui contidas e tirar dúvidas com o responsável, você torna-se então esclarecido de que os dados coletados irão ser utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa.

Eu, _____, RG _____ declaro ter sido informado(a) e concordo em participar como voluntário(a) da pesquisa de dissertação de mestrado acima descrita.

Eu, _____, RG _____, responsável legal por _____, nascido(a) em ____/____/____, declaro ter sido informado(a) e concordo com a participação do(a) meu(minha) filho(a)/tutelado(a) na pesquisa de dissertação de mestrado intitulada **“O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO”**.

Cascavel/CE, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) responsável legal pelo menor

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DOCENTE)

Caríssimo(a) Professor(a) de Biologia da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz, você está sendo convidado(a) a colaborar com uma pesquisa de dissertação de mestrado intitulada **“O USO DE *SOFTWARES* EDUCATIVOS NAS AULAS DE GENÉTICA DO ENSINO MÉDIO”**, de responsabilidade do pesquisador **THIAGO DA COSTA GERMANO**. Este estudo pretende divulgar para a comunidade escolar, em geral, a relevância que os meios didáticos eletrônicos possuem no ensino de Genética. Para isso, serão aplicados nas aulas deste conteúdo *softwares* educacionais com alguns de seus alunos selecionados por meio de sorteio (grupos controle e teste) e, com isso, verificar se o uso deste lhe auxiliará no desenvolvimento destas, e se ainda o mesmo poderá facilitar o aprendizado dos educandos. Gostaria, portanto, que pudesse colaborar primeiramente respondendo ao questionário social e profissional (ANEXO F) e, por conseguinte, ministrar as aulas com a metodologia na qual aborda em sua rotina. Nenhuma despesa será necessária (a receber ou a pagar) ao contribuir com esta pesquisa. Importante salientar que, a qualquer momento, poderá deixar de participar desta, sem justificativa e sem sofrer qualquer prejuízo. Seu nome será mantido sob sigilo, assegurando sua privacidade e, caso precise, terá todas as informações sobre esse estudo.

Após ter lido cuidadosamente as informações aqui contidas e tirar dúvidas com o responsável, você torna-se então esclarecido de que os dados coletados irão ser utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa.

Eu, _____, RG _____
declaro ter sido informado(a) e concordo em participar como colaborador(a) da pesquisa de dissertação de mestrado acima descrita.

Cascavel/CE, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do(a) Professor(a) colaborador(a)

Assinatura do pesquisador

ANEXO A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA APLICADA NOS GRUPOS PARTICIPANTES DA PESQUISA (PRÉ-TESTE)

(Questões adaptadas a partir de livros com conteúdo de Genética do Ensino Fundamental⁵ e Médio⁶)

1_ Ao escutar ou ler o nome Genética, você o corresponde a quais palavras? Cite três.

2_ Você já ouviu falar em genética? Onde e através de qual meio comunicativo?

3_ O que significa genética?

4_ Já percebeu que algumas pessoas possuem características tanto do pai quanto da mãe? Por quê?

5_ Uma criança possui uma característica que estava presente somente em um de seus bisavós. Como você explica isso?

6_ No ano de 1996, nascia uma ovelha clonada: Dolly. Explique por que este animal possuía características da ovelha a qual foi extraída a célula da glândula mamária, e não com a

⁵ CANTO, Eduardo Leite do. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2012.

⁵ GEWANDSZNAJDER, Fernando. Projeto Teláris: Ciências. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2012.

⁶ AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia das Populações, vol. 3. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

⁶ LOPES, Sônia & MENDONÇA, Vivian Lavander. Bio: Volume 3. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

que cedeu o óvulo.

7_ As mulas são animais que resultam do cruzamento da égua com o asno. A égua tem 38 cromossomos em cada célula do corpo, e o asno, 66. Quantos cromossomos existem nas células do corpo da mula?

8_ Para clonar um animal podemos usar o núcleo de qualquer célula do corpo? Justifique.

9_ Onde estão localizados e qual a principal função dos cromossomos?

10_ Uma célula humana (46 cromossomos) dividiu-se e, ao final, deu origem a duas células com o mesmo número de cromossomos. Como você explica o fato de o número de cromossomos permanece constante apesar de a célula ter se dividido em duas?

11 _ Os genes são os únicos fatores que influem nas características de uma pessoa? Justifique.

12_ A nível celular, diferencie os termos: duplicação, transcrição e tradução.

13_ Considerando o sistema sanguíneo ABO, qual é o “doador universal”? E o “receptor universal”?

14_ O que são indivíduos homozigóticos? E heterozigóticos? Exemplifique.

15_ Conceitue o termo gene?

16_ No lançamento de um dado não viciado, qual a possibilidade de sair a face de número três voltada para cima? Demonstre como chegou ao resultado.

17_ Qual a possibilidade de nascer uma criança do tipo sanguíneo “O”, onde seu pai pertence ao grupo “A” e sua mãe “B”, e suas avós (materna e paterna) grupo “O”?

18_ Analise a frase e a julgue em verdadeira ou falsa, justificando-a: **“Todos os descendentes de um casal do grupo sanguíneo ‘O’ também terão o mesmo tipo sanguíneo”**.

19_ A determinação dos grupos sanguíneos é conclusiva para se definir paternidade? Por quê?

20_ Em relação ao sistema ABO e Fator Rh, são transmitidos independentemente um do outro na formação dos gametas. O que isso significa com relação à localização dos genes nos cromossomos?

ANEXO B – AVALIAÇÃO FINAL APLICADA NOS GRUPOS PARTICIPANTES DA PESQUISA (PÓS-TESTE)

(Questões adaptadas a partir de livros com conteúdo de Genética do Ensino Médio⁷)

1_ O que a Genética estuda?

2_ Encontrou alguma dificuldade em entender o conteúdo de genética? Qual?

3_ Como você avalia o ensino de genética abordado em sua escola? (Dê uma nota de 1 a 5, onde um ruim e cinco excelente). Por quê?

4_ Gostaria de ser um(a) geneticista? Por quê?

5_ A nível celular, diferencie os termos: duplicação, transcrição e tradução.

6_ A que correspondem os “fatores” considerados por Mendel?

⁷ AMABIS, José Mariano & MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia das Populações, vol. 3. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

⁷ LOPES, Sônia & MENDONÇA, Vivian Lavander. Bio: Volume 3. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

7_ Cite as principais contribuições de Mendel para a Genética.

8_ Utilizando letras (use a letra inicial da característica recessiva), mostre os genótipos das seguintes ervilhas:

a_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si nunca deram ervilhas verdes:

b_ ervilhas amarelas que cruzadas entre si davam ervilhas amarelas e verdes:

c_ ervilhas verdes: _____

9_ Nas ervilhas citadas nos trabalhos de Mendel, como se deve proceder para realizar artificialmente a fecundação cruzada?

10_ Qual é o aspecto essencial da hipótese de Mendel e porque é chamada de lei da segregação dos fatores, ou primeira lei de Mendel?

11_ O cruzamento de dois indivíduos heterozigóticos para um gene com um alelo dominante e outro recessivo produzirá descendência constituída em qual proporção? Demonstre.

12_ (UFPI – adaptado) Uma ovelha branca ao cruzar com um carneiro branco teve um filhote de cor preta. Quais os genótipos dos pais, se a cor branca é dominante? Justifique.

13_ (UFRN) Considerando a segunda lei de Mendel e o cruzamento entre indivíduos que apresentam os genótipos AaBb x AaBb:

a) determine quantos e quais são os gametas que poderão ser formados nos AaBb;

b) demonstre a proporção genotípica desse cruzamento.

14_ Como você explica a segregação independente dos fatores na formação dos gametas nas conclusões de Mendel?

15_ Como é feita a determinação do grupo sanguíneo do sistema ABO?

16_ Duas pessoas, uma do grupo sanguíneo AB e outra do grupo O, podem ter apenas filhos de sangue de que tipo? Demonstre.

17_ Considere que os tipos sanguíneos de uma criança e de sua mãe são: Criança: A+ e Mãe: B-. Quais os tipos sanguíneos os eventuais pais da criança podem ter? Justifique sua resposta.

18_ (MACKENZIE-SP – adaptado) A fenilcetonúria e a miopia são doenças decorrentes da ação de genes autossômicos recessivos. Do casamento entre uma mulher normal, filha de mãe com fenilcetonúria e pai míope, com um homem normal para fenilcetonúria e míope, nasceu uma criança de visão normal e fenilcetonúrica. Qual a probabilidade desse casal de ter uma criança normal para as duas características?

**ANEXO C – QUESTIONÁRIO SOCIAL E PROFISSIONAL APLICADO AO(A)
PROFESSOR(A) DE BIOLOGIA**

1_ CARACTERIZAÇÃO DO PROFISSIONAL

a_ Qual o seu nome? (Facultativo)

b_ Seu sexo é Masculino ou Feminino? Ou não deseja responder?

c_ Você é graduado(a) em:

d_ Possui curso(s) de pós-graduação? Qual(is)?

e_ Quanto tempo atua no magistério?

f_ Qual(is) nível(is) de ensino já lecionou? (Fundamental, Médio, Técnico, Superior ou outro)

**2_ MATERIAL(IS) DIDÁTICO(S) ELETRÔNICO(S) COMPUTACIONAL E
METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S) PELO(A) PROFESSOR(A)**

a_ Em que periodicidade você usa seu computador em casa? Sempre, às vezes ou nunca?

b_ Caso use seu computador em casa, cite os três recursos que você mais utiliza? (Editor de texto, Redes sociais, Software de edição de imagens, Software educacional, Software de apresentação, Software de navegação na Internet, Planilha de cálculo, E-mail ou outros. Quais?)

1º Recurso mais utilizado: _____

2º Recurso mais utilizado: _____

3º Recurso mais utilizado: _____

Outro(s) recurso(s): _____

c_ Percebe alguma dificuldade para utilizar o computador, smartphone ou tablet? Quais?

d_ Quanto ao domínio no uso do computador, smartphone ou tablet você se considera ruim, regular, bom, muito bom ou excelente?

e_ A sua graduação forneceu alguma disciplina em sua grade curricular voltada para a utilização do computador, smartphone ou tablete na educação?

f_ Você possui algum suporte no uso do computador na Instituição em que leciona?

g_ É comum você utilizar algum software educativo em suas aulas? Qual(is)?

h_ Caso tenha respondido não à pergunta anterior: qual(is) o(s) principal(is) motivo(s) de usá-los?

i_ Quais os benefícios (ou possíveis) um software educacional pode trazer ao ser utilizado nas aulas de genética do ensino médio que você ministra?

j_ O que é necessário para que os softwares educacionais sejam mais explorados nos ambientes educacionais?

k_ Você acha importante contar com critérios de avaliação e seleção para a escolha do(s) software(s) de Biologia? Por quê?

l_ Para a escolha de um software educacional de Biologia, você considera importante o fato desse material ser elaborado por profissionais da educação? Justifique.
