



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Maria Doralice da Silva

**ENSINO DO CÁLCULO DE PROBABILIDADE EM
GENÉTICA PARA O CRUZAMENTO DOS
GAMETAS UTILIZANDO O QUADRO DE
PUNNETT E APLICATIVO**

Passo Fundo

2023

Maria Doralice da Silva

ENSINO DO CÁLCULO DE PROBABILIDADE EM
GENÉTICA PARA O CRUZAMENTO DOS
GAMETAS UTILIZANDO O QUADRO DE
PUNNETT E APLICATIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, no âmbito do Projeto de Cooperação entre Instituições – PCI, com a Faculdade Católica de Rondônia, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Juliano Tonezer da Silva.

Passo Fundo

2023

CIP – Catalogação na Publicação

S586e Silva, Maria Doralice da
Ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas utilizando o Quadro de Punnett e aplicativo [recurso eletrônico] / Maria Doralice da Silva. – 2023.
3.3 MB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2023.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Genética.
3. Aprendizagem significativa. 4. Aplicativos móveis I. Silva, Juliano Tonezer da, orientador. II. Título.

CDU: 372.857

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Maria Doralice da Silva

ENSINO DO CÁLCULO DE PROBABILIDADE EM
GENÉTICA PARA O CRUZAMENTO DOS
GAMETAS UTILIZANDO O QUADRO DE
PUNNETT E APLICATIVO

A banca examinadora abaixo, APROVA em 30 de outubro de 2023, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias de Informação, Comunicação e Interação Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Juliano Tonezer da Silva - Orientador
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Noemi Boer - Examinadora Externa
Universidade Franciscana - UFN

Dr. Cristiano Roberto Buzatto - Examinador Interno
Universidade de Passo Fundo - UPF

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer e a muitas pessoas também. Em primeiro lugar, a Deus, pela oportunidade, a quem devo tudo o que sou e todas as minhas conquistas. Muita gratidão por mais essa vitória, dentre tantas outras que Ele me concedeu.

À minha família, em especial aos meus filhos: Bianca e Vanderci Jr, que sempre me apoiam em todas as decisões, apesar de que muitas impactam a vida deles também.

Aos meus pais pelo apoio e inspiração para seguir em frente.

Às minhas irmãs. Obrigada imensamente pelo apoio e incentivo.

Meu agradecimento especial ao professor Dr. Juliano Tonezer da Silva pelos momentos valiosos de estudos, discussões e produções e pelas contribuições para a finalização deste projeto.

Ao estudante do Curso de Engenharia Civil, Gustavo Brusso Remuzzi, pois sem ele esse projeto seria incompleto, gratidão imensa pela sua contribuição e elaboração do aplicativo.

Aos estudantes do 3º ano B, ano 2023, da Escola Rio Branco, pelo entusiasmo em participar da aplicação do produto educacional.

Por fim, ao Governo do Estado de Rondônia, através da Secretaria Estadual de Educação - SEDUC, em parceria com a Faculdade Católica de Rondônia - FCR, pelo apoio financeiro.

“O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo”.

Liev Semiónovitch Vygotsky

RESUMO

O trabalho intitulado “Ensino do cálculo de probabilidade em Genética para o cruzamento dos gametas utilizando o Quadro de Punnett e aplicativo” busca investigar o ensino desta temática com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Pública Estadual Rio Branco, localizada em Porto Velho, capital de Rondônia. O estudo foi desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (PPGECM/UPF), na linha de pesquisa Tecnologias de Informação, Comunicação e Interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática. A questão norteadora que orientou a pesquisa foi: “Quais as vantagens/desvantagens ou potencialidades do uso de um aplicativo direcionado ao cálculo de probabilidade, no cruzamento de gametas quando comparado com o método tradicional, baseado no quadro de Punnett?”. Nesse contexto é desenvolvida e aplicada uma sequência didática, constituída por dez encontros, no formato de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e tendo como aporte teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. A metodologia de pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada. Quanto aos objetivos, se caracteriza como exploratória e participante. Como instrumentos de coleta de dados, utiliza-se a observação, diário de bordo, transcrição de diálogos, fotos, vídeos e uso de aplicativos para smartphone. A aplicação da UEPS, além de permitir análises e inferir indícios de aprendizagem significativa, também proporciona reflexões sobre o fato de que uma aula convencional, com a utilização de materiais de apoio e exposição, ainda é uma realidade e, apesar de criticada, pode ter seu valor para a sistematização dos conceitos. Entretanto, essa metodologia não pode e não deve ser a única utilizada no processo ensino-aprendizagem, carecendo de abordagens que promovam movimentos cognitivos direcionados a aprendizagem significativa. E que as estratégias utilizadas, frente ao público que envolve estudantes que na contemporaneidade estão conectadas as tecnologias, contribuem para que o processo ensino-aprendizagem seja mais eficiente e prazeroso. Em síntese, os resultados apontaram que o conhecimento prévio é fundamental para que os estudantes aprendam significativamente e, ainda, a importância de que os professores atentem para o planejamento das atividades a partir do mundo vivencial dos estudantes, contribuindo para a construção do conhecimento. Por fim, o produto educacional está disponível no portal do PPGECM/UPF: <<https://www.upf.br/ppgecm>> e no site EduCapes: <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741466>>.

Palavra-chave: Genética. Aplicativo. Quadro de Punnett. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The work entitled “Teaching the calculation of probability in Genetics for the crossing of gametes using the Punnett Chart and application” seeks to investigate the teaching of this theme with 3rd year high school students at the Rio Branco State Public School, located in Porto Velho, capital of Rondônia. The study was carried out with the Postgraduate Program in Science and Mathematics Teaching at the University of Passo Fundo (PPGECM/UPF), in the line of research Information, Communication and Interaction Technologies applied to Science and Mathematics teaching. The guiding question behind the research was: "What are the advantages/disadvantages or potentialities of using an application aimed at calculating probability in the crossing of gametes when compared to the traditional method, based on Punnett's chart?". In this context, a didactic sequence was developed and applied, consisting of ten meetings, in the format of a Potentially Significant Teaching Unit (PSU) and using the Theory of Significant Learning as its theoretical basis. The research methodology takes a qualitative, applied approach. In terms of objectives, it is characterized as exploratory and participatory. The data collection instruments used were observation, a logbook, transcription of dialogues, photos, videos and the use of smartphone apps. The application of the UEPS, in addition to allowing analysis and inferring signs of significant learning, also provides reflections on the fact that a conventional class, using support materials and exposition, is still a reality and, despite being criticized, can have its value for the systematization of concepts. However, this methodology cannot and should not be the only one used in the teaching-learning process, and there is a need for approaches that promote cognitive movements aimed at meaningful learning. And that the strategies used, in the face of the public that involves students who are connected to technologies in contemporary times, contribute to making the teaching-learning process more efficient and enjoyable. To sum up, the results showed that prior knowledge is fundamental for students to learn meaningfully and that it is also important for teachers to plan activities based on the students' world of experience, contributing to the construction of knowledge. Finally, the educational product is available on the PPGECM/UPF website: <<https://www.upf.br/ppgecm>> and on the EduCapes website: <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741466>>.

Keyword: Genetics. Application. Punnett square. Meaningful learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma dos encontros, que representam as etapas da UEPS.....	44
Quadro 2 - Cronograma de aplicação das atividades	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem da escola Rio Branco	40
Figura 2 - Categorias de análise com os respectivos instrumentos	49
Figura 3 - Mapas Conceituais/Mentais elaborados pelos alunos.....	51
Figura 4 - Mapa Conceitual/Mental adicional elaborado pelos alunos	52
Figura 5 - Introdução à Genética	54
Figura 6 - Heredogramas das famílias dos estudantes.....	55
Figura 7 - Heredograma ou Árvore Genealógica	56
Figura 8 - Livro didático, Biologia Hoje	57
Figura 9 - Conceitos Básicos em Genética - Brasil Escola	58
Figura 10 - Imagem da sala de aula - Terceiro encontro	59
Figura 11 - Uma Breve História da Genética	60
Figura 12 - Johann Mendel, mais tarde renomeado Gregor Mendel.....	61
Figura 13 - Monoibridismo ou 1ª Lei de Mendel	61
Figura 14 - Sala de aula - 4º encontro	62
Figura 15 - Atividade Proposta.....	64
Figura 16 - Estudante 1.....	65
Figura 17 - Estudante 2.....	65
Figura 18 - Estudante 1.....	66
Figura 19 - Estudante 1.....	66
Figura 20 - Estudante 1.....	67
Figura 21 - Estudante 2.....	67
Figura 22 - Estudante 3.....	67
Figura 23 - Estudante 4.....	67
Figura 24 - Estudante 1.....	68
Figura 25 - Estudante 2.....	68
Figura 26 - Estudante 3.....	69
Figura 27 - Estudante 4.....	69
Figura 28 - Estudante 1.....	70
Figura 29 - Estudante 2.....	70
Figura 30 - Estudante 3.....	70
Figura 31 - Estudante 4.....	70
Figura 32 - Quadro de Punnett	71

Figura 33 - Atividade do estudante 1	71
Figura 34 - Atividade do estudante 2	72
Figura 35 - Atividade do estudante 3	73
Figura 36 - 2ª Lei de Mendel - Genética - Prof. Kennedy Ramos.....	74
Figura 37 - Cálculo de diibridismo em ervilhas	74
Figura 38 - Orientador e autor do aplicativo	75
Figura 39 - Tela inicial do aplicativo para Android	76
Figura 40 - Demonstração do aplicativo pelo autor	76
Figura 41 - Imagens dos estudantes utilizando o aplicativo.....	77
Figura 42 - Atividade do estudante 1	77
Figura 43 - Atividade do estudante 2	77
Figura 44 - Atividades do estudante 1 (frente).....	78
Figura 45 - Atividades do estudante 1 (verso).....	78
Figura 46 - Atividades do estudante 2 (frente).....	79
Figura 47 - Atividades do estudante 2 (verso).....	79
Figura 48 - Mapa Conceitual	80
Figura 49 - Atividade do estudante 1	81
Figura 50 - Atividade do estudante 2	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	16
2.2	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS	19
2.3	Ensino da Genética	21
2.3.1	<i>Contextualizando a Genética.....</i>	22
2.3.2	<i>A primeira Lei de Mendel.....</i>	23
2.3.3	<i>A segunda Lei de Mendel.....</i>	27
2.3.4	<i>Interações Gênicas</i>	28
2.3.5	<i>Orientações curriculares para o Ensino de Genética</i>	29
2.4	Histórico da Genética	30
2.5	Revisão dos Estudos.....	32
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	38
3.1	Aspectos Gerais da Pesquisa.....	38
3.2	Lócus da Pesquisa	39
3.3	Instrumentos de Coleta de Dados.....	40
3.4	Considerações Sobre a Análise de Dados	41
4	PRODUTO EDUCACIONAL E SUA APLICAÇÃO	43
4.1	Cronograma de aplicação	47
4.2	Relatos dos encontros e análise de dados.....	48
4.2.1	<i>Relato do primeiro encontro.....</i>	49
4.2.2	<i>Relato do segundo encontro</i>	53
4.2.3	<i>Relato do terceiro encontro</i>	57
4.2.4	<i>Relato do quarto encontro</i>	60
4.2.5	<i>Relato do quinto encontro</i>	62
4.2.6	<i>Relato do sexto encontro</i>	64
4.2.7	<i>Relato do sétimo encontro</i>	71
4.2.8	<i>Relato do oitavo encontro.....</i>	73
4.2.9	<i>Relato do nono encontro.....</i>	75
4.2.10	<i>Relato do décimo encontro</i>	78
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS	84

ANEXO A - Termo de Autorização da Escola.....	88
ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE).....	89
ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)	90

1 INTRODUÇÃO

Iniciei a graduação no ano de 1999, em Biologia, na Universidade Católica Dom Bosco - UCDB, onde concluí, em 2004. Anteriormente, já tinha graduação em Ciências Contábeis e trabalhava nesta área, no setor fiscal de um Escritório de Contabilidade. No ano de 2002, tive minha primeira experiência como profissional na área de educação, através da aprovação em um concurso público, na área educacional da cidade de Campo Grande / MS, onde trabalhei por algum tempo. Foi através desta experiência que despertei para a educação, e, em função da formação acadêmica, renunciei ao concurso, pois era concursada sem formação.

No início de 2004, fui residir no estado de Rondônia. Após a conclusão do curso em Biologia, com o intuito de melhorar profissionalmente, finalizei duas pós-graduações na área educacional pela Associação Educacional de Cacoal - UNESC, sendo em 2007, a pós-graduação em Visão Interdisciplinar e, em 2009, Psicopedagogia Clínica e Institucional.

Em 2010 e 2011, assumi a vice-direção da Escola Estadual Shirlei Ceruti, em Vilhena-RO, onde percebi que os desafios da educação eram bem maiores do que estar numa sala de aula, e que a educação tinha vários gargalos e a aprendizagem era um deles.

Em 2012, fui trabalhar na Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, por ter conhecimento na área, e ser diretora adjunto do escritório regional de Vilhena-RO. Também trabalhava como consultora e colaboradora do Ministério Público de Vilhena. Neste sentido, fiz vários cursos complementares na área ambiental e uma pós-graduação em Perícia e Auditoria Ambiental, em 2014, pela Faculdade de Rolim de Moura - FAROL.

Em julho de 2014, passei em um concurso temporário, na área agrária, e fui trabalhar junto ao Governo Federal, no Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. Durante esse período, aprendi muito sobre o meio ambiente e área agrária, o que fez agregar mais conhecimentos na área ambiental. Do ponto de vista educacional, esse conhecimento amplia os pontos positivos no contexto ambiental e de políticas públicas ambientais e agrárias. Neste período, também realizei vários cursos e participei de eventos, o que consolidou muito o conhecimento na área ambiental, e fez ampliar minha área de atuação para além da educacional. Em junho de 2019, retornei à educação, com uma visão diferenciada, e as pós-graduações que estudei uniram-se ao conhecimento adquirido pela minha experiência.

Atualmente, 2023, sou professora do ensino médio, com a disciplina de biologia e, como tal, questiono muito a falta de aulas práticas na educação das áreas de Ciências da Natureza, pois a vivência amplia muito o conhecimento educacional. Ainda, na disciplina de biologia, percebo as dificuldades dos alunos do terceiro ano em compreender e realizar as atividades.

O estudo da Biologia, assim como as demais ciências, é interligado; ou seja, há necessidade de se ter como base o conhecimento em outras áreas para que haja a compreensão necessária de diferentes assuntos, em especial as áreas de ciências da natureza, das tecnologias e da matemática. A genética é considerada uma subárea da biologia, que nos últimos anos inovou com grandes descobertas na manipulação genética, na saúde, na agricultura, na biotecnologia, entre outras. Entretanto, nos bancos escolares, as ideias de Gregor Mendel¹, ainda são uma incógnita, pois para muitos, estudantes do ensino médio e o cálculo da probabilidade ainda assusta e dificulta a aprendizagem.

Segundo Agame (2010), o ensino da genética deve propiciar aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de se posicionar e opinar sobre temas polêmicos como clonagem, transgênicos e reprodução assistida, bem como permitir que o estudante aplique os conhecimentos adquiridos no cotidiano e entenda os princípios básicos que norteiam a hereditariedade, para que saibam como são transmitidas as características, compreendendo melhor a biodiversidade.

Segundo Pereira (2008), os conceitos estudados na disciplina de Biologia, em específico na parte da Genética, por vezes são realmente de difícil compreensão, quanto estudados de forma tradicional; entretanto, a autora afirma que, quando trabalhados de maneira concreta, através de instrumentos didáticos, estes favorecem a compreensão e o interesse nos conteúdos, bem como a socialização entre os estudantes.

Contudo, ao mesmo tempo em que assusta, a genética fascina, pois se relaciona com outros fatores referentes às questões sociais, econômicas, morais e até religiosas. Há a sensação de que o mundo se contradiz por questões de gênero. Quando se estuda os mecanismos da hereditariedade, cai por terra muitas questões de cunho machista, impostas pela sociedade, onde se culpava a mulher por ser responsável pela transmissão de muitas doenças e anomalias da nossa espécie, como exemplo: o fato de gerar somente filha mulher. E outras situações e preconceitos aceitos e desconhecidos por muitos.

Assim, a genética esclarece diversas dúvidas cotidianas, desperta a curiosidade e aumenta o interesse pelos questionamentos dos estudantes, pois envolve a realidade de muitos desses. Entretanto, o encanto pela genética começa a perder o brilho quando se iniciam os cálculos de probabilidade dos eventos e a construção do Quadro de Punnett².

¹ Gregor Johann Mendel O. S. A., considerado pai da Genética Clássica.

² O quadro de Punnett ou quadrado de Punnett é um diagrama que permite determinar a herança genética resultante de um cruzamento entre pais.

É notório questionar quais as vantagens e/ou potencialidades do uso de um aplicativo direcionado ao cálculo de probabilidade, no cruzamento de gametas, quando comparado com o método tradicional, baseado no Quadro de Punnett? Portanto, para facilitar a compreensão e entendimento do cálculo de porcentagem na disciplina de biologia, na subárea de genética para os alunos do 3º ano do ensino médio, propomos uma sequência didática, e a utilização de um aplicativo para smartphone, como ferramenta no auxílio das porcentagens de atividades que devem ser desenvolvidas.

Nesse sentido, esta pesquisa se justifica, entre outros aspectos, pelas inúmeras mudanças que estão acontecendo e pelo contexto repleto de informações falsas disseminadas e facilmente difundidas nas redes sociais. Então, a compreensão dos mecanismos de transmissão da hereditariedade é essencial para um debate coeso e fundamentado na ciência. Os impactos desse conhecimento nas relações humanas e suas implicações éticas, morais e sociais, são imensos, que muitas vezes transcendem os muros escolares.

Associado a esse contexto, teve-se o advento da pandemia, onde os estudantes necessitam ter acesso a informações de cunho científico, para compreender melhor o momento atual e, sobretudo, possuir conhecimento para melhor informar os familiares em decisões acertadas sobre aquele evento. Assim, cabe ao ambiente escolar disponibilizar, difundir e permitir que informações confiáveis sejam disponibilizadas a todos.

O presente estudo aborda discussões sobre as metodologias utilizadas e possibilitam aos estudantes analisarem diferentes contextos biológicos, quando se trata da probabilidade de que um indivíduo portador de uma anomalia possa transferir ou não essa característica ao seu descendente, por meio das células germinativas, os gametas dos indivíduos.

Na mesma direção, explorar essa ferramenta de maneira adequada para que os alunos consigam compreender o cruzamento dos gametas utilizando cálculos de probabilidade é de fundamental importância, pois, conhecer os mecanismos e as dificuldades apresentadas na construção e no cálculo da probabilidade, com o uso do Quadro de Punnett é, sem dúvida, um avanço para diminuir a exclusão de muitos quando o assunto tratar de informações inverídicas, de cunho machista e/ou racista, por exemplo.

Portanto, tem-se como objetivo geral analisar o potencial educacional de uma sequência de atividades, com estudantes do 3º ano do ensino médio, que auxilie no processo de ensino-aprendizagem, potencialmente significativo, ou seja, ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas, utilizando o Quadro de Punnett é um Aplicativo didático, potencialmente significativo.

E, como objetivos específicos, buscou se: Realizar revisão sistemática sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e seus cálculos de probabilidade de monoibridismo e diibridismo, bem como da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel); Analisar e compreender a utilização de fenômenos de transmissão da hereditariedade em diferentes situações; Investigar se as atividades desenvolvidas durante a sequência favoreceram a compreensão do conceito de hereditariedade; Propor estratégias de ensino que permitam aos estudantes compreenderem, de maneira mais clara, o cruzamento dos gametas utilizados nos cálculos de probabilidades com o Quadro de Punnett e com o uso de um aplicativo didático.

Assim, a presente pesquisa tem como base os trabalhos realizados por Ausubel (1982), segundo o qual a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente. E a importância de significados para os materiais de aprendizagem reflete uma relação concomitante à estrutura cognitiva. Na aprendizagem significativa, os conhecimentos que os alunos trazem com eles de outros ambientes devem ser valorizados, pois esse conhecimento prévio permite a construção de estruturas mentais, caracterizando uma aprendizagem eficiente e prazerosa.

Desta maneira, foi aplicada junto aos alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Rio Branco, no município de Porto Velho, Rondônia. A coleta de dados será realizada em duas etapas: na primeira, os alunos irão realizar o cálculo de probabilidade em genética de maneira convencional, pelo Quadro ou Diagrama de Punnett. No segundo momento, com a utilização do Aplicativo didático.

Por fim, o trabalho foi dividido em cinco capítulos. Este primeiro foi dedicado à apresentação do trabalho, objetivos e justificativas para a sua realização. No capítulo II, abordaremos os tópicos Genética, conceitos, cientistas que fizeram história sobre a genética, e Gregor Mendel, conhecido como o pai da genética. No capítulo III, será apresentado o referencial teórico, o que embasa o que pretendemos com este estudo e a Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS, proposta por Ausubel (1982), e a revisão dos estudos. O capítulo IV irá abordar o produto educacional, que foi uma sequência didática, e o uso de um aplicativo para smartphone; finalizando no capítulo V, com o direcionamento metodológico da pesquisa, a coleta e análise dos dados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A educação apresenta uma variedade de técnicas, procedimentos e métodos para o ensino. Entretanto, nenhum é garantia de aprendizagem. Na história da educação brasileira, houve períodos em que uma técnica ou um método eram mais utilizados em virtude de questões políticas ou culturais, ou ainda, por puro modismo. Mas a utilização de metodologias que proporcionam a melhor qualidade no ensino tem que ser pensada sob o ponto de vista de um referencial teórico.

Até pouco tempo, quando se falava sobre realidade do estudante, pensava-se que se tratava da condição social, cultural e até física. Entretanto, com o desenvolvimento de estudos em diferentes referenciais teóricos, percebe-se que um deles despertou interesse, ou seja, a realidade do estudante é de suma importância para a aprendizagem, mas ainda mais a realidade do que ele tem de conhecimento em relação ao objeto a ser estudado. O que ele sabe, e principalmente o que ele não sabe. Por exemplo, não se tem como ensinar fisiologia a um aluno que não tenha o conhecimento básico sobre células, órgãos e outros pormenores.

E, nesse sentido, o uso de um referencial teórico irá dar subsídios para a sequência didática que será apresentada, em conjunto com um aplicativo para o estudo da probabilidade em genética. Esse trabalho está ancorado na Teoria de Aprendizagem de Ausubel (2003) esquematiza um processo de assimilação, onde a nova informação encontra este conhecimento prévio, que chamou de subsunção. Como novas interações, esses subsunções vão sendo modificados, dando início a dita aprendizagem.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS foi proposta por Ausubel (2003), psicólogo, educador e pesquisador americano que trabalhou em áreas como a psicologia étnica e o campo da aprendizagem. Ele nasceu no Brooklyn, Nova York, em 1918, e passou a vida inteira nos Estados Unidos, trabalhando em diferentes universidades e centros terapêuticos. Suas ideias foram altamente influenciadas pelas de Jean Piaget, especialmente aquelas que têm a ver com esquemas conceituais.

Ausubel (2003) relacionou essa teoria com a sua, na tentativa de entender com maior profundidade a maneira pela qual as pessoas adquirem novos conhecimentos. Para ele, os indivíduos formam o conhecimento, principalmente quando são expostos a novas informações, em vez de construí-las ativamente. Assim, suas idéias estariam mais próximas das do

behaviorismo do que de outras correntes que colocam maior ênfase na própria vontade, como a psicologia cognitiva.

Ausubel é um dos maiores representantes dos campos teóricos do cognitivismo, muito citado e estudado por Marco Antônio Moreira (2012), por haver proposto um modelo teórico sobre a aprendizagem significativa, cujos significados dos conceitos são construídos a partir das interações entre as novas ideias e os subsunçores específicos, presentes na mente do indivíduo. Essa teoria tem como princípio situações em sala de aula, muito mais que aspectos relacionados à psicologia, ressaltando mais para uma teoria de ensino do que uma teoria psicológica. Portanto, na perspectiva Ausubel, a interação entre professor, alunos e os conteúdos a serem trabalhados e aprendidos são processos de assimilação. Sendo, portanto, o aluno o centro de todo processo.

Então, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. É fundamental esclarecer que a aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem concreta, cabe ao educador e/ou facilitador uma visão de todo contexto desta aprendizagem; ou seja, deste indício de aprendizagem.

A aprendizagem mecânica muitas vezes tem papel substancial na aprendizagem significativa, como, por exemplo, o estudo da tabuada que, às vezes, é mecânica, mas fundamental para a aprendizagem dos cálculos.

Assim, deve ficar claro que aprendizagem significativa não é aquela que nunca esquecemos, mas sim a que cria condições para que ocorra a criação de subsunçores que irão ancorar novas experiências. Outra questão que se deve levar em consideração que é, muitas vezes, deixada de lado, a predisposição do outro para aprender: ninguém aprender se não quiser aprender; trata-se, portanto, de uma das vertentes essenciais no processo de aprendizagem, um dos focos. Portanto, neste ciclo, é fundamental despertar o interesse do outro pelo objeto a ser estudado.

Basicamente, são duas as acepções para a aprendizagem significativa que devem ser empregadas para se ter indícios de aprendizagem; o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira condição implica que o material de aprendizagem tenha significado lógico, que seja compatível com a estrutura cognitiva do aprendiz, e que seja significativo para ele.

Neste contexto, salienta-se que materiais que são contextualizados com a realidade é um bom facilitador para o processo. Por exemplo, ao tratar do tema causas ambientais terrestres, pode-se iniciar falando do contexto geral e solicitar aos alunos que enumerem situações

ambientais presentes no lugar onde moram. A segunda opção, é que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes, com as quais esse material possa ser relacionado. É importante frisar que o material só pode ser potencialmente significativo caso tenha um significado para o aprendiz. É ele que irá atribuir significados aos materiais de aprendizagem. Eventualmente, é o aprendiz que atribui significado, assim relacionando este conhecimento com outros, ampliando seus leques de significados e, portanto, passível de aprendizagem significativa.

A estrutura cognitiva, na visão ausubeliana, é fundamental, mas variável de indivíduo para indivíduo, pois quando predispõe que cada indivíduo possua uma estrutura cognitiva prévia, sabemos que estes vêm de contextos históricos diferentes e, portanto, não possuem estruturas cognitivas idênticas, e suas aprendizagens também serão diferenciadas. Quanto mais conhecimento prévio, mais o indivíduo será capaz de aprender significativamente.

Os conhecimentos prévios funcionam como ideias-âncoras e se lhes dá o nome de subsunçores. Quando a modificação do subsunçor é bastante acentuada, fala-se em subsunção derivativa. Quando apenas corrobora ou reforça o subsunçor, usa-se o termo subsunção correlativa. Portanto, a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel é uma teoria voltada para a explicação de como a aprendizagem se dá, e como são organizados os conhecimentos que caracterizam a aprendizagem cognitiva em contexto escolar. Os conhecimentos são apresentados como o conteúdo que emerge quando o material potencialmente significativo é incorporado a uma estrutura cognitiva, de forma substantiva. A ocorrência da aprendizagem significativa pressupõe disposição por parte do aprendiz em relacionar o material a ser aprendido, de modo substantivo e não arbitrário a sua estrutura cognitiva, presença de ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno, e material potencialmente significativo.

A aprendizagem é um assunto muito estudado, em especial nos cursos de formação de professores, onde, os conceitos de aprendizagem significativa e conectividade são o foco central. Segundo Demo (2009), a aula, por si só, não leva necessariamente à aprendizagem; ela é um contexto auxiliar neste processo. Para que se tenha um indício de aprendizagem, devemos ampliar as possibilidades para que ela ocorra. Portanto, selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas aumenta o foco no que realmente importa.

Devemos ampliar as possibilidades para que ocorra a aprendizagem. Fica, então, a dúvida: “a escolha de metodologias garante que essa aprendizagem ocorra”?

2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

Segundo Moreira (2012), às unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica; a construção de uma UEPS segue um objetivo para facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento.

Para Moreira (2012, p. 47), há princípios que devem ser considerados:

O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel); Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak); é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin); Organizadores prévios mostram a relacionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios; Situações-problema pode funcionar como organizadores prévios, dar sentido a conhecimentos novos e serem propostas em nível crescente de complexidade; a “diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação” devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel); a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva; Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin); Essa relação poderá ser quadrática, na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo, ou seja, na medida em que for também mediador da aprendizagem; a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (MOREIRA, 2012, p. 47).

Para Moreira (2012), a ideia de Ausubel sobre aprendizagem significativa passa de maneira interativa sobre o que o aprendiz já sabe e o que ele irá significativamente aprender, essa interação sobre algo é realmente relevante para ele, já presente na sua estrutura cognitiva. Esse conhecimento, por sua vez, leva a uma nova aprendizagem, que também especificamente é relevante à nova aprendizagem, e assim vão construindo estruturas cognitivas cada vez mais específicas de aprendizagem. Ausubel chama de subsunçor ou ideia-âncora, em linhas gerais, os conhecimentos específicos presentes nas estruturas cognitivas dos indivíduos e que o habilitam a adquirir novos conhecimentos, criando outros tipos de subsunçores. Contudo, esse processo é integrativo e o tempo todo é criado, servindo de âncora para a construção de novos conhecimentos, sendo capaz de ser alterado e modificado.

A ideia de subsunçor, na construção de uma nova aprendizagem, subordina esse conhecimento prévio para que a aprendizagem ocorra, torna mais evidente a importância de se valorizar o conhecimento prévio dos estudantes, sua realidade e contexto em que se apresenta. É por intermédio da interação dos novos conhecimentos e dos subsunçores que se dá a aprendizagem significativa. Quanto maior for o conhecimento prévio, ou seja, o subsunçor

como ideia âncora, maior será a condição para a aprendizagem ser significativa. Portanto, a aprendizagem, por si, só não garante ao estudante a aprendizagem; existem outros fatores que condicionam o ato de aprender significativamente, a ideia de querer ou aprender está intrinsecamente interligada neste ato. Gradativamente, o subsunçor se torna estável, mais diferenciado, e amplia o leque para novos conhecimentos, que irão tornar-se subsunçores de conhecimentos cada vez mais específicos.

As asserções, feitas por Moreira (2011), devem ser utilizadas na construção de uma UEPS, pois são de suma importância no auxílio da aprendizagem significativa, facilitando em muito o trabalho do professor. Assim, a construção de uma UEPS é considerada um dos princípios da teoria da Aprendizagem Significativa e, conforme Moreira (2011), são organizadas em oito passos sequenciais: definir o tópico específico a ser abordado; criar/propor situações; propor situações-problema; apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido; retomar os aspectos mais gerais, estruturantes da unidade de ensino; dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva; avaliação da aprendizagem, através da UEPS; avaliação da UEPS. A seguir, apresenta-se esses oito aspectos ou etapas sequenciais de uma UEPS:

- 1 - O primeiro passo em uma UEPS é definir o tópico específico a ser abordado e identificar os aspectos declarativos e procedimentais;
- 2 - Depois criar/propor situação(ções) que levem os estudantes a manifestar seu conhecimento prévio acerca do tema abordado;
- 3 - Em seguida criar situação(ções) - problema em nível introdutório, a partir do conhecimento prévio dos estudantes, levando em conta esse conhecimento prévio, que prepare o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo e procedimental) que se pretende ensinar;
- 4 - Trabalhadas as situações iniciais, o tema abordado deve ser inserido levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo; do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos;
- 5 - Na sequência deve se, retomar os aspectos mais gerais, o objeto que se pretende ensinar, em nova explicação, aumentando o nível de complexidade, assim como as situação(ções)-problemas, sempre em nível mais elevado de conteúdo;
- 6 - Dar continuidade a unidade, sempre em processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do objeto abordado, após esta terceira apresentação, propor situação(ções)-problemas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores;

- 7 - a avaliação da aprendizagem da UEPS deve ser feita ao longo de seu desenvolvimento, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; deve ser somativa e individual, no princípio da igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;
- 8 - a UEPS somente será bem sucedida se na avaliação do desempenho dos estudantes, eles apresentarem indícios de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais (MOREIRA, 2011, p. 65).

Portanto, no contexto do produto educacional desta dissertação, a proposta foi organizar uma UEPS em dez encontros, considerando o conhecimento prévio dos alunos, abordando conceitos básicos de genética e sua utilização na vida dos estudantes, onde as atividades propostas foram planejadas para despertar a curiosidade e o espírito crítico, buscando sua efetiva participação para o desenvolvimento das competências relacionadas a esta temática. Ressalta-se que as etapas apresentadas poderão ser revistas e adaptadas no decorrer de sua aplicação.

2.3 Ensino da Genética

A humanidade, nos tempos primórdios, possui questionamentos essenciais à nossa espécie. De onde viemos? Para onde vamos? Como surgiu o primeiro homem na terra? Questões filosóficas, questões matemáticas, questões físicas, questões biológicas, entre muitas que atualmente foram respondidas, outras que ainda são uma incógnita. Questionar é inerente ao homem. Saber como o homem herda características físicas, por que os olhos são azuis e não negros, a cor dos cabelos e, principalmente, as questões relacionadas ao gênero; um tormento para reis e rainhas na idade média, onde predominava os termos “sangue real”, “sangue nobre”, “plebeus”, (Baixa Idade Média: séculos XI-XV), tudo em função do poder. Porém, esse questionamento acerca de como os indivíduos herdam as características físicas só iria ser solucionada séculos depois e, ainda hoje, é um assunto intrigante.

Para falar de Genética precisamos, inicialmente, falar de biologia, pois o termo biologia é muito recente. Antes, a medicina e a botânica, assim como a matemática, eram ciências que abrangiam uma vasta gama de conhecimento. Anteriormente, os biólogos eram conhecidos como naturalistas, depois botânicos. Há dez mil anos, foram encontrados os primeiros registros

botânicos, porém os estudos iniciaram em Theophrastus, pai da botânica. O termo Biologia foi utilizado pela primeira vez por Jean-Baptiste Lamarck³, há 200 anos. O século XIX foi excelente para a Biologia e para as ciências naturais de maneira geral, com os trabalhos de cientistas como Charles Darwin⁴, Gregor Mendel⁵ e Louis Pasteur⁶.

A genética é a parte da Biologia que estuda os mecanismos de transmissão da hereditariedade ao longo das gerações. A genética como ciência surgiu com os experimentos com ervilhas e leis propostas por Gregor Mendel, em 1866.

Trabalhos semelhantes aos de Mendel também foram apontados em 1900, por Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermack Von Seysenegg, biólogos que, na ocasião, estudavam trabalhos diferentes. O holandês Hugo de Vries (2020) foi precursor do estudo experimental da evolução dos seres vivos e lançou os fundamentos da pesquisa genética tendo, assim, obtido o título de redescobrir os trabalhos de Mendel, juntamente com Carl Correns e Erich T. Von.

No livro *Die Mutationstheorie* (Teoria das Mutações), Hugo de Vries (2020) faz um resumo das descobertas dos trabalhos do monge agostiniano, sobre herança genética. Em 1889, De Vries (2020) publicou seu livro *“Intracellular Pangenesis”*, no qual, baseado em uma versão modificada da teoria de Charles Darwin da Pangenesis de 1868, ele postulou que diferentes personagens têm diferentes portadores hereditários. Ele postulou, especificamente, que a herança de características específicas nos organismos vem em partículas. Ele chamou essas unidades de *pangenes* um termo, 20 anos depois, encurtado para genes por Wilhelm Johannsen⁷.

2.3.1 Contextualizando a Genética

A genética é a área da biologia que estuda o DNA, nosso material hereditário encontrado no núcleo de nossas células e em algumas organelas, tais como mitocôndrias e cloroplastos. A Genética estuda como este material hereditário se transmite de geração em geração, o modo como ele se expressa e como pode ser alterado, ao longo do tempo.

Gregor Mendel foi o primeiro cientista a descobrir os mecanismos básicos da hereditariedade e é considerado o “pai” da Genética atual. As questões de como as

³ Jean-Baptiste Lamarck, criador da Teoria evolucionista conhecida como Lamarckismo.

⁴ Charles Darwin, criador da Teoria da evolução ou evolucionismo.

⁵ Gregor Mendel, pai da Genética.

⁶ Louis Pasteur, considerado um dos pais da microbiologia.

⁷ Wilhelm Ludvig Johannsen foi um botânico dinamarquês, fisiologista vegetal e geneticista. Em 1909, criou o termo gene.

características se transmitem de geração a geração sempre despertou curiosidade e muitas hipóteses foram lançadas até a comprovação de suas bases (MONTES; GARCIA, 2015).

Entre elas uma das primeiras ideias a serem admitidas, sobre como se transmite o material genético foi a de Anaxágoras de Clazomene, o qual defendia que o sêmen produzido pelo homem continha o protótipo de cada órgão do futuro organismo. Para Anaxágoras, o papel da mulher seria apenas o de receber e de nutrir o bebê até seu nascimento. Outra ideia sobre hereditariedade foi lançada pelo filósofo grego Hipócrates, o qual propôs a hipótese da pangênese. De acordo com Hipócrates, cada órgão ou parte do corpo de um indivíduo produziria “gêmulas”, ou partículas hereditárias, que migraram para o sêmen do macho e da fêmea. No momento da concepção essas gêmulas se misturavam, formando um novo indivíduo. Isso explicaria a grande semelhança entre pais e filhos. (SOUZA et al., 2015).

Dando sequência ao conhecimento de como as características se transmitem de geração a geração, o médico inglês Willian Harvey propôs que todo ser formado dependia da fecundação de um ovo, produzido pela fêmea, pelo esperma do macho. A partir desta concepção, um grupo de pesquisadores acreditava que neste ovo já existiria um indivíduo pré-formado, outros acreditavam que este ser estaria abrigado no espermatozóide (SOUZA et al., 2015).

Outro filósofo grego, Aristóteles, explicava que na formação de um novo ser o papel da mãe seria o de fornecer a matéria responsável por nutrir o ser em formação, já o pai, por meio do sêmen, contribuiria com a “essência”, transmitindo-lhe a alma, fonte da forma e do movimento. Desde a época de Aristóteles muito tempo se passou até que novas ideias sobre herança fossem estabelecidas (SOUZA et al., 2015, p. 34).

A ideia de que o homem herda as características de seus genitores já era pensada há muito tempo, entretanto tal conhecimento foi sistematizado apenas séculos depois com os experimentos de Gregor Mendel.

2.3.2 A primeira Lei de Mendel

Mendel era filósofo, botânico e precursor nos estudos da genética clássica, o que o levou a ser considerado o pai da genética. De origem humilde, filho de camponeses, sem irmãos, conseguiu estudar na Rugby School, Cambridge, tornando-se o primeiro professor britânico de genética (Cambridge, 1908-1910), diretor do John Innes Horticultural Institution (1910-1926) e professor de fisiologia na Royal Institution (1912-1926). Usou pela primeira vez o termo genética (1905) para descrever o estudo da variação e hereditariedade, em uma carta dirigida ao embriologista de Cambridge, Adam Sedgewick. Sem condições de seguir os estudos, entrou

para o Mosteiro da Ordem de Santo Agostinho, onde recebeu o nome de Johann Mendel, adotou o nome de Gregor. Seu interesse por plantas fez com que ele fosse responsável pelo jardim do mosteiro, conciliando sua vida religiosa com os estudos. Em 1851, foi enviado para a Universidade de Viena, onde dedicou-se à biologia, química e matemática. Três anos depois, retornou ao mosteiro, como professor de ciências naturais e desenvolveu seus estudos com ervilhas. Os estudos compreendiam cruzamentos de plantas de ervilhas onde ele observava e manipulava geneticamente, através de polinização manual, obtendo as características esperadas dos descendentes, comprovadas por meio de cálculos estatísticos de probabilidade. Com seus estudos publicados em 1866, com o título: "Experimentos com Plantas Híbridas", o mundo conheceu, então, a Lei da Segregação dos Fatores, onde cada gene é determinado por um par de alelos que se separam na formação dos gametas, indo cada gene do par para cada gameta que é, portanto, puro. O mundo conhecia, então, o que até hoje chamamos de primeira Lei de Mendel. Mendel faleceu em 6 de janeiro de 1884, vítima de uma doença renal, sem o reconhecimento dos méritos dos seus estudos, o que aconteceu somente no início do século XX.

Durante seus estudos, Mendel conheceu grandes questões a serem respondidas pela Biologia, entre as quais se destacava a hereditariedade. Visto que até então ninguém havia chegado a uma base conclusiva sobre o assunto, ele verificou que uma das maneiras de estudar a hereditariedade seria através de cruzamentos entre variedades que diferiam quanto a características hereditárias, com traços contrastantes. Esses experimentos levaram Mendel a descobrir que as características são herdadas segundo regras bem definidas e propôs uma explicação para a existência dessas regras. Seu trabalho genial colocou-o no nível dos maiores cientistas da humanidade (SOUZA et al., 2015).

Um dos grandes méritos do trabalho de Mendel foi o cuidadoso planejamento experimental, incluindo a formulação de hipóteses, análises matemáticas para comprovação de seus resultados e elaboração de um mecanismo para explicá-los. O primeiro cuidado que Mendel teve na realização de seus experimentos foi com a escolha do material de estudo. As principais razões que o levaram a optar pelas ervilhas foram:

A facilidade de cultivo; a presença de plantas de caracteres nitidamente distintos e facilmente diferenciáveis; a obtenção de descendência fértil a partir do cruzamento entre variedades distintas; o ciclo de vida curto, o que permite obter várias gerações em pouco tempo e a facilidade de protegê-las contra polinização estranha, viabilizando os experimentos com polinização artificial (SOUZA et al., 2015, p. 35).

As ervilhas são plantas ditas hermafroditas, já que numa mesma flor há órgãos reprodutores masculinos e femininos. Como estas estruturas ficam encobertas, os óvulos de

uma flor são fecundados, na maioria dos casos, por seus próprios grãos de pólen, ocorrendo o que chamamos de autofecundação.

Inicialmente, Mendel selecionou 34 variedades de ervilhas, mas apenas sete foram selecionadas para seus cruzamentos, já que apresentavam duas formas contrastantes e produção de híbridos férteis quando cruzadas entre si. Antes de iniciar cada cruzamento, Mendel certificava-se de estar lidando com plantas de linhagens puras. Podemos definir este termo como linhagens que geram progênie igual a si ao longo das gerações (SOUZA et al., 2015).

Para Mendel, realizar cruzamentos com plantas que naturalmente se autofecundam, ele valeu-se da técnica de polinização artificial, realizando o que chamamos de fecundação cruzada.

Nesta técnica, antes do pólen estar maduro e do estigma estar pronto para receber este pólen, abria a flor e cortava os estames contendo os grãos de pólen. Logo após, fecundava o estigma desta flor com os grãos de pólen trazidos de outra planta que apresentasse a característica com o traço desejado. Tomou o cuidado de analisar apenas uma característica de cada vez (monoibridismo). Ao cruzar plantas altas com plantas baixas, por exemplo, ele desconsiderava características como a cor da semente, a posição das flores no caule etc. Iniciou seus experimentos de monoibridismo realizando a fecundação cruzada de linhagens puras com traços contrastantes, por exemplo, cruzando uma linhagem pura de sementes lisas com uma linhagem pura de sementes rugosas. Essa geração é chamada de “parental” e representada pela letra “P”. (SOUZA et al., 2015, p. 36).

Segundo SOUZA (2015), quando os descendentes da geração parental nasciam formavam a primeira geração de filhos, ou “F1”. Os descendentes da F1 eram cultivados e auto fecundados, dando origem à segunda geração de filhos, ou “F2”. Em relação aos resultados dos cruzamentos, observou que os indivíduos que formavam a F1 apresentaram somente um dos traços de uma linhagem parental, ou seja, os indivíduos da F1 eram todos iguais à mãe ou ao pai. Por exemplo, o cruzamento de plantas puras de sementes lisas com plantas puras de sementes rugosas sempre resultava em plantas de sementes lisas. Esse resultado era observado tanto quando o pólen da geração parental era de plantas de sementes lisas e o óvulo de plantas de sementes rugosas ou vice-versa.

Para responder a este questionamento, Mendel cultivou as sementes da F1 e permitiu que as plantas produzidas sofressem autofecundação, formando a F2. Ao contabilizar a F2, obteve dois grandes resultados. O primeiro foi que as sementes rugosas voltaram 36 vezes a aparecer e este padrão se mantinha nos cruzamentos envolvendo todas as características analisadas. Assim, segundo Mendel, havia um traço que ficava em recesso na geração F1 e reapareceu na geração F2. Com base neste resultado, denominou o traço que desaparece na F1 de recessivo e o traço que não desaparece na F1 de dominante (SOUZA et al., 2015).

Essa observação permitiu que Mendel avançasse em suas conclusões, o traço recessivo não desaparece nem se dilui na F1, simplesmente o que ocorre é que não se manifesta, porém, a informação deste traço se mantém presente. A grande conclusão deste fato é que, nas palavras de Mendel, existem “fatores” para cada traço de cada característica e esses fatores são puros e indissolúveis. Assim, surge a ideia de que a herança é particular. O segundo grande resultado de Mendel foi que a proporção de indivíduos manifestando o traço dominante na F2 era sempre de aproximadamente $\frac{3}{4}$ (75%) e a proporção de indivíduos manifestando o traço recessivo era sempre de $\frac{1}{4}$ (25%). Simplificando, essa relação era sempre de aproximadamente três indivíduos manifestando o traço dominante para um indivíduo manifestando o traço recessivo (SOUZA et al., 2015).

De acordo com estes princípios, podemos interpretar os cruzamentos realizados por Mendel. Por exemplo, quando uma planta pura de semente lisa é cruzada com uma planta pura de semente rugosa, a primeira apresentará dois fatores para o traço liso e a segunda planta, dois fatores para o traço rugoso.

Na produção de gametas a planta de semente lisa passará para o filho apenas um fator do traço liso e a rugosa transmitirá apenas um fator o traço rugoso. Desta forma, os indivíduos híbridos da geração F1 serão todos lisos, mas possuirão um fator para o traço liso e um fator para o traço rugoso. Esse indivíduo poderá formar dois tipos de gametas na mesma proporção: ou seja, 38 metades dos gametas conterá um fator para o traço liso e a outra metade um fator para o traço rugoso. A autofecundação da F1 formará uma F2 contendo uma proporção de três plantas lisas para uma rugosa (SOUZA et al., 2015, p. 36).

Na época de Mendel, pouco se sabia sobre a transmissão das características de geração para geração e houve muitas mudanças nas terminologias utilizadas em seus trabalhos até a atualidade. O termo gene, por exemplo, não era conhecido por Mendel.

Sabemos que nos cruzamentos para uma dada característica (monoíbridos), Mendel estava trabalhando com características condicionadas por um único gene. Desta forma, podemos definir gene como um fator herdado que condiciona uma característica. É válido destacar aqui que muitas características (a grande maioria) são condicionadas por mais de um gene, é o que chamamos de herança poligênica. Num sentido mais amplo, gene poderia ser definido como um fragmento de material genético que codifica para uma função.

2.3.3 A segunda Lei de Mendel

Mendel estendeu seu trabalho, produzindo cruzamentos entre linhagens puras para duas características (cruzamentos diíbridos). Por exemplo, ele estabeleceu uma linhagem pura de forma de semente lisa (RR) e cor do revestimento da semente cinza (BB) e outra linhagem pura de forma da semente rugosa (rr) e cor do revestimento da semente branco (bb).

A partir do cruzamento destas linhagens como progenitores (P), Mendel obteve uma F1 onde todos os indivíduos apresentavam sementes lisas e cinzas (RrBb). A geração F2, obtida pela autofecundação das plantas da F1, não apresentava mais a proporção de 3/4 dominantes para 1/4 recessivos. Agora a relação foi de 9/16 para sementes com ambas as características dominantes (lisas e cinzas), 3/16 para uma característica dominante e outra recessiva (lisas e brancas), 3/16 para a outra característica dominante e outra recessiva (rugosas e cinzas) e 1/16 para as duas características recessivas - rugosas e brancas (SOUZA et al., 2015, p. 37).

Com base nos resultados obtidos no cruzamento e em outros cruzamentos, Mendel elaborou a hipótese de que, na formação dos gametas de plantas contrastantes, quanto às duas características, os fatores de uma separam-se, independentemente dos fatores que condicionam a outra característica.

Estas observações permitiram a elaboração da Segunda Lei de Mendel, ou lei da segregação independente, que afirma que, durante a formação dos gametas, a segregação ou separação dos fatores de uma característica (hoje chamados de alelos) é independente da separação dos alelos da outra característica; ou seja, do outro gene. De acordo com este princípio, a separação dos fatores ocorre de forma independente da separação dos outros dois fatores, B e b. De modo que um indivíduo RrBb forma, em igual quantidade, os gametas RB, Rb, rB e rb (SOUZA et al., 2015).

A Segunda Lei de Mendel se aplica a características codificadas por genes situados em pares de cromossomos homólogos diferentes. Cada par de cromossomos homólogos separam-se, independentemente de todos os outros pares, durante a anáfase I da meiose. Desta forma, se os alelos do gene que codifica para a forma da semente de ervilha estiverem localizados em um par de homólogos diferente do par de homólogos que condiciona a cor da semente, a segregação destes homólogos ocorrerá de forma independente e, conseqüentemente, a separação dos alelos dos dois genes também ocorrerá de forma independente (SOUZA et al., 2015).

No entanto, se os genes que condicionam a forma e a cor da semente estiverem em um mesmo par de cromossomos homólogos, estes migraram juntos durante a anáfase I e ficarão no mesmo gameta, a menos que ocorra crossing-over (ou recombinação) entre eles. Desta forma,

a Segunda Lei de Mendel não é tão geral quanto Mendel acreditava, sendo válida somente para casos em que os genes estão em cromossomos homólogos diferentes ou quando a localização destes genes num mesmo cromossomo é distante a ponto de ocorrer crossing-over entre eles.

O Diagrama de Punnett ou Quadro de Punnet foi uma ferramenta criada por Reginald Punnett que nos ajuda a observar as combinações fenotípicas (características ‘observáveis’, como cor dos olhos ou desenvolvimento de uma doença) de genotípicas (genes) advindas das combinações dos gametas. Um par de genes é responsável por um traço característico de um indivíduo; os genes são hereditários, ou seja, são oriundos do pai e da mãe, formando o par de gene da geração de descendentes, herdando um gene do pai e outro da mãe e, assim, sucessivamente, ao longo das gerações.

2.3.4 Interações Gênicas

A interação gênica ocorre quando vários pares de genes atuam num único caráter hereditário. Os genes podem ou não estar localizados em um mesmo cromossomo. As primeiras evidências de que uma característica pode ser influenciada por mais de um gene foram obtidas por Bateson e Punnett de experimentos de cruzamentos com galinhas (SOUZA et al., 2015).

O trabalho destes pesquisadores demonstrou que dois genes que segregam independentemente podem afetar uma mesma característica. Combinações diferentes de alelos dos dois genes resultam em fenótipos diferentes, supostamente devido a interações de seus produtos, em nível bioquímico ou celular. A interação gênica pode ser compreendida como não epistática e epistática.

Como exemplo de interação gênica não epistática, vamos considerar a forma das cristas em galinhas, estudadas por Bateson e Punnett, que pode manifestar-se com quatro fenótipos diferentes: ervilha, rosa, noz e simples. Vários cruzamentos entre essas aves permitiram concluir que o caráter em questão depende da interação entre dois pares alelos: R e E. Cada um desses pares apresenta um gene que atua como dominante (R ou E) em relação ao seu alelo recessivo (SOUZA et al., 2015).

Os experimentos demonstraram o seguinte tipo de interação:

Crista ervilha: manifesta-se na presença do gene E, desde que não ocorra o gene R.
 Crista rosa: manifesta-se na presença do gene R, desde que não ocorra o gene E.
 Crista noz: manifesta-se quando ocorrem os genes e R.
 Crista simples: manifesta-se na ausência dos genes E e R. (SOUZA et al., 2015, p. 61).

Quando um par de genes inibe outro par que se localiza em cromossomo não homólogo para que este não manifeste seu caráter hereditário, o gene que inibe é chamado epistático e o gene inibido é chamado hipostático.

As características da interação gênica epistática ocorrem quando dois ou mais genes determinam a produção de enzimas que catalisam diferentes etapas de uma mesma via biossintética. Quando a epistasia envolve a supressão gênica inter-alélica, os alelos de um locus gênico encobre a expressão de outro alelo pertencente a outro locus gênico (não-alelo). Quando se verifica epistasia entre dois locus gênicos, o número de fenótipos entre os descendentes será menor que quatro. A proporção 9:3:3:1 se modifica, dando origem a uma combinação daquela proporção (SOUZA et al., 2015).

2.3.5 Orientações curriculares para o Ensino de Genética

A genética é um conteúdo que está contido na área da biologia e possui uma importância fundamental na formação do estudante, visto que esta grande área tem como objeto de estudo a vida e todas as suas diversidades e manifestações, com os conhecimentos voltados para a dinâmica da natureza e da vida, envolvendo e auxiliando nas questões polêmicas que circundam a ciência.

De acordo com as OCEMs, para um posicionamento sensato a respeito das ciências no mundo contemporâneo, é necessário “conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta” (BRASIL, 2006, p. 15). De acordo com essa afirmativa, dentro de um espectro, a genética se torna um conteúdo importante a ser estudado durante o EM.

Para compreender os mecanismos de perpetuação, é necessário o entendimento acerca das proteínas, estrutura e composição do material genético, e os processos que envolvem a reprodução celular, bem como a compreensão da construção do modelo dupla hélice de DNA. Também cabe destacar a importância da ligação destes conceitos com as leis de Mendel e suas variações (BRASIL, 2006).

Além disso, as OCEMs afirma a importância de se aprender a genética contemporânea no contexto de que os alunos conheçam os princípios básicos de duplicação de DNA, interligando com os erros que podem acontecer nesse processo, gerando a mutação, além de considerar as vantagens e desvantagens da manipulação e clonagem de DNA, além de ser ressaltado pelo PCN que a explicação do material genético em conjunto com o fluxo da informação genética é fundamental para compreender como a hereditariedade acontece, fazendo uma ligação da genética contemporânea com a genética clássica. Além disso, apesar da história da ciência ser pouco explorada no EM, é necessário fazer uma análise do contexto histórico vivenciado pelos pesquisadores que fizeram as principais descobertas científicas (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 54).

Além da compreensão desses conceitos, as OCEMs recomendam que, ao realizar uma atividade prática, “o professor deve valorizar o processo, explorar os fenômenos e analisar os resultados por vários ângulos” (BRASIL, 2006, p. 31). Sendo assim, é necessário que os docentes estimulam o pensamento crítico nos estudantes, fazendo-os capazes de agir com autonomia diante das informações obtidas, realizando ações práticas, fazendo seus próprios julgamentos e tomando decisões, visto que tais competências não se restringem apenas ao ambiente escolar, mas serão desenvolvidas no decorrer de suas vidas.

Ademais, é importante ressaltar que, apesar da genética clássica ser importante para a construção dos conhecimentos ao longo do EM, Sousa et. al (2019, p. 251) cita que esse conteúdo é pouco abordado nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, visto que, “dentre as questões de genética, 82% abordam a genética contemporânea, contemplando assuntos como biotecnologias (clonagem, DNA recombinante, terapias gênicas, testes de DNA, organismos geneticamente modificados) e fluxo da informação genética”.

De acordo com essas orientações, é perceptível a importância de se trabalhar com genética de forma que estimule os estudantes nas práticas cidadãs, desenvolvendo a autonomia neles durante as práticas pedagógicas.

2.4 Histórico da Genética

A genética tem se destacado e se tornando uma das áreas fundamentais da Biologia nos últimos tempos, pois acumula muitos desenvolvimentos, que vão desde os conceitos, até o campo das tecnologias. Sendo um ramo que se destaca pelo estudo da hereditariedade, existe há muitos anos, mesmo antes de ser definida como genética.

A genética é um ramo da biologia, definido por alguns autores como o estudo da hereditariedade. Entretanto, só foi consolidada com a redescoberta dos trabalhos do monge austríaco Gregor Mendel, em 1900. Porém, seus estudos são reconhecidos bem antes deste marco temporal, pois seus postulados são datados de 340 a.c., por Aristóteles. E o cruzamento

entre plantas, tão memorável por Mendel, já havia sido realizado por Kölreuter, no século XVIII, que evidenciou a transmissão de características de uma geração para a outra, ou até mesmo a hipótese da Pangênese de Hipócrates, que descrevia que o corpo produzia partículas chamadas de gêmulas e essas eram transmitidas para os descendentes. Essa teoria, mais tarde, foi concebida de forma mais sistemática por Charles Darwin. E depois, por Hugo de Vries, que descreveu “Os Pangêneses Intracelulares” (SANTOS, 2020).

A evolução da genética continuou em diferentes frentes de conhecimento, desde o Ácido Desoxirribonucleico (DNA), que é o material genético que controla a síntese de proteínas e endossa a proposta de Watson e Crick (os descobridores da estrutura da dupla hélice de DNA), até o desenvolvimento da Tecnologia do DNA Recombinante (Engenharia Genética). Além disso, houve o desenvolvimento de técnicas que permitem identificar cada pessoa pelo seu DNA, após se ter conhecimento de regiões consideradas polimórficas nesta molécula: apesar de todos os seres humanos compartilharem boa parte do seu genoma, alguns segmentos dele apresentam sequências repetitivas de nucleotídeos, cuja quantidade de repetições é altamente variável entre os indivíduos, esse conhecimento permitiu o desenvolvimento de técnicas de identificar cada um por seu DNA (FREITAS; SILVA, 2005).

Quando se trata de tecnologia, a genética deu um pulo gigantesco, no século XX, com clonagem, transgênicos, testes genéticos e terapia Genética que, após a divulgação do clone da ovelha Dolly, em 1997, elas vêm sendo discutidas, debatidas e combatidas, tanto por pesquisadores, quanto pela população em geral, entrando em outra esfera, que é a Bioética (SANTOS, 2020).

Na área da saúde, o projeto Genoma Humano foi imprescindível para decifrar a enorme quantidade de informações contidas em nossos genomas, pois o conhecimento da sequência de DNA de um gene revela a estrutura básica da proteína que o gene codifica. Dessa forma, examinar um gene mutado traz várias implicações, como, por exemplo, no diagnóstico de neoplasias, na farmacogenômica (prática de adaptar medicamentos para paciente), no prognóstico, na prevenção de doenças (fenilcetonúria - distúrbio metabólico que impede a degradação da fenilalanina, que é tóxica para o sistema nervoso) e na terapia. A ideia de realizar uma terapêutica baseada em genes é atraente, mas continua sendo um desafio para implementar. Pequenos grupos de pacientes foram submetidos à terapia de substituição gênica, em ensaios clínicos por mais de duas décadas, mas este permanece em grande parte um tratamento experimental (FREITAS; SILVA, 2005).

No Brasil, o desenvolvimento da genética foi marcado pelo nascimento da ovelha Dolly. Entretanto, a evolução da genética no Brasil ocorreu do século XX para os dias atuais. Por aqui,

anda a passos lentos, onde teve início no final dos anos 1910 em institutos agrônômicos como a Escola Agrícola Luiz de Queiroz (Esalq), de Piracicaba, e o Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, ambos localizados no interior de São Paulo. Na Esalq, onde a genética foi introduzida em pesquisas sobre o melhoramento de plantas, destacaram-se figuras como Carlos Teixeira Mendes, Salvador de Toledo Pizza Junior, Octávio Domingues e o botânico alemão Friedrich Gustav Brieger, que veio ao Brasil em meados dos anos 1930 para assumir a cadeira de citologia e genética (SOUZA; *et. al*, 2013).

O Instituto Agrônomo de Campinas, por sua vez, tinha cientistas dedicados ao estudo da genética, em especial à genética de melhoramento do café. Poucos anos depois, com o surgimento das primeiras universidades federais, ao longo dos anos 1930, a atividade científica recebeu um novo impulso no país. No que tange ao desenvolvimento da genética, a USP, fundada em 1934, ganhou proeminência nesse campo, por meio das iniciativas de André Dreyfus, médico formado pela Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e um dos pioneiros na divulgação da genética mendeliana entre os brasileiros. Sob sua coordenação formou-se, no Departamento de Biologia Geral da USP, um grupo de jovens pesquisadores interessados em citologia e genética. A partir de 1943, criou-se a escola Dreyfys-Dobzhansky, tornando-se um polo atrativo e formador de pesquisadores brasileiros interessados em genética (SOUZA; *et. al*, 2013).

2.5 Revisão dos Estudos

A pesquisa bibliográfica acerca do tema com relação à utilização de aplicativos na educação não foi muito frutífera, mesmo quando apenas pesquisado palavras chaves, como genética. Os estudos apontados não estavam relacionados à educação e nem ao universo deste estudo; não obtendo êxitos, consultamos com os termos: “genética” + “cálculo de probabilidade” e “genética” + “ueps”. A investigação sob perspectivas educacionais, relacionadas ao pensamento de Marco Moreira, fez com que o crivo da consulta se tornasse um gargalo, onde pouca literatura nos foi apresentada. Em primeira instância, pesquisou-se dissertações em portais, como o portal de Periódicos da CAPES/MEC, Coleção de Periódicos da SciELO, site do PPGECM/UPF e o Google Acadêmico. Foram encontrados muitos trabalhos sobre jogos didáticos no Ensino da Genética; entretanto, o objetivo eram as unidades educacionais potencialmente significativas.

Após essa seleção, o critério de exclusão pela leitura de todos os resumos foi: trabalhos que abordam genética e cálculo de probabilidades como estratégia metodológica, jogos ou

aplicativos. Depois de realizada a leitura dos resumos, foram selecionadas quatro dissertações para leitura completa entre os anos de 2005 e 2020.

Iniciou-se os trabalhos de leitura com a Dissertação intitulada “Aplicativos para smartphone em aulas de genética no ensino médio: caracterização e proposta de uso pelo método investigativo”, de Vívica Lúcia Juvino de Lemos Cardoso, da Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO/UFMT.

O ensino de genética é desafiador, em virtude da dificuldade apresentada pelos alunos em relacionar a aprendizagem escolar ao cotidiano (CARDOSO, 2020). A alternativa apresentada é a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TICs), dentre elas os smartphones, que permitem o uso de aplicativos relacionados ao conteúdo, em sala de aula e fora dela.

O presente estudo teve como objetivo identificar os aplicativos que abordam temas em genética mendeliana. O trabalho tem como ponto comum ao nosso o uso de aplicativo e sequências didáticas. Entretanto, a autora aborda outros temas e outros aplicativos neste estudo.

A parte relacionada ao nosso estudo refere-se ao aplicativo que apresenta explicações relacionadas a Mendel e suas pesquisas, em especial a 1ª Lei de Mendel, tem fácil manuseio e a interatividade é excelente. No menu inicial, possui o glossário, com termos apresentados. Possui o menu “estudar”, onde há várias curiosidades e um menu “teste”, onde os alunos podem testar seus conhecimentos acerca da “1ª Lei de Mendel” e “2ª Lei de Mendel”. No botão “sobre Mendel”, há um pequeno histórico sobre Mendel e seus trabalhos. A parte interativa está relacionada ao uso do “Quadro de Punnett” para resolução dos problemas.

De maneira bem simples e clara, o aplicativo aborda temas relacionados à genética mendeliana, trazendo conceitos e sendo de fácil compreensão para os estudantes do Ensino Médio. Já a sequência didática, foi desenvolvida em 12 aulas, onde o teve por objetivo analisar se o uso de aplicativo no ensino de genética pode contribuir para a aprendizagem significativa pelos alunos.

Para a execução desta metodologia, o principal recurso pedagógico utilizado foi a ministração de aulas expositivas e dialogadas, que foram complementadas com uso de *Datashow*. Nos primeiros encontros, teve como tema a introdução ao estudo da genética mendeliana, abordando os principais conceitos de genética básica e a primeira Lei de Mendel.

O segundo estudo aborda os conceitos básicos em genética, sob o tema: “A aplicação de jogos didáticos no Ensino da Genética - Uma Revisão Bibliográfica”, de Pavan (2012). Este foi um Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Genética para

Professores do Ensino Médio, na modalidade de Ensino à Distância, da Universidade Federal do Paraná.

Nesta proposta, a autora faz um apanhado sobre conceitos mais abstratos, que são trabalhados de forma tradicional e apresenta fórmulas de como trabalhar esses conceitos de maneira lúdica e interativa com a realidade dos estudantes, segundo a qual, é necessário proporcionar aos professores estratégias de ensino e aprendizagem, além de criar novos recursos didáticos, adequados ao espaço e ao tempo disponível em aula, que permitam superar as dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Genética, em particular de Genética de Populações.

Para Neto e Fracalanza (2003), ao afirmarem que, pela falta de palpabilidade e pela complexidade, na maioria das vezes, que são processos invisíveis que não fazem parte do cotidiano dos alunos, reconheceu-se a dificuldade na compreensão dos conceitos em Genética. Eles falam a respeito do livro didático, ressaltando a contribuição por apresentar fotos e ilustrações, mas, ainda assim, a possibilidade de visualizar e manipular uma estrutura em sua forma real facilita muito, por isso surgiu a necessidade de adequar a transposição didática com a prática pedagógica.

Pavan lembra que o livro didático não é o único material que professores e alunos podem utilizar no processo de ensino-aprendizagem. Profissionais do ensino já ressaltaram a importância na modificação do uso deste material, mas é indiscutível sua importância frente a outros recursos.

Segundo Agamme (2010), há complexidade na matéria de Genética, justamente por não ser possível uma visualização. Isso pode ser amenizado, através de aulas práticas e jogos educativos, pois nesse estudo os alunos revelaram que, se fossem professores do ensino médio, aplicariam esta atividade, pois a atividade, junto com a aula teórica, facilitou o entendimento, ajudou a memorizar e definir melhor o conceito. Pavan ainda argumenta que a positividade do resultado mostra que os alunos encontraram no jogo uma ferramenta pedagógica interessante, que pode facilitar o ensino e a aprendizagem. Ressaltou que a maior dificuldade esteve em lembrar a matéria, reafirmando o hábito que os alunos têm em decorar conteúdos, sem entender.

Os conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula ajudaram no desenvolvimento do jogo. A pesquisadora percebeu que outra dificuldade foi o entendimento do que era para fazer e observou que poderia ter entregado, juntamente com o material, as regras do jogo. Também ficou evidente que o ensino de genética possui muitos obstáculos a serem enfrentados. Dentre eles, estão a herança que os alunos trazem do ensino tradicional.

O terceiro trabalho era sobre o tema “Ensino dos conhecimentos básicos da Genética para estudantes do 9º ano do Ensino fundamental de uma escola pública de Maceió: Contribuições da Pedagogia Histórica Crítica e da Pedagogia Histórica Cultural”, de Cynthia Ranyelle da Silva, dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e da Matemática, Universidade Federal de Alagoas, (SILVA, 2020).

A autora analisa os limites e as possibilidades do ensino dos conhecimentos básicos de Genética. Propõe sugestão didática, abordando parte de um referencial teórico baseado no materialismo histórico-dialético de base fundamentalmente marxista.

Para Ana e Lemos (2018, p. 534), o referencial é essencial, pois tem preocupação com o processo e não somente com o produto, uma vez que permite compreender que “estudar o problema tem mais significado durante sua manifestação, nas diversas atividades e procedimentos de interação, do que os resultados que se originam a partir da pesquisa”. O estudo coloca a Pedagogia histórico crítica e a Psicologia histórico-cultural como possibilidade para o Ensino de Ciências e Biologia, referencial teórico esse que se contrapõe a essa sociedade intensamente calcada na lógica capitalista.

Para a autora, observa-se uma grande frequência com que o Ensino de Ciências vem sendo discutido com bases teóricas não críticas, que na maioria das vezes se coloca como proposta inovadora e atual; mas, por outro lado, contribui não somente para a manutenção da sociedade capitalista, mas também com o esvaziamento cultural da escola pública.

Nesse pensamento, o referencial teórico proposto defende o jogo como elemento essencial no processo de formação e educação da criança e, assim, nos processos de ensino e aprendizagem que se dão na escola, onde permite uma aproximação às propostas pedagógicas que veem no lúdico o elemento central da educação, não somente na educação infantil, mas também nas demais idades escolares, como o Ensino Fundamental - séries finais, por exemplo.

A autora ressalta que, ao trabalhar com os jogos em todas as suas dimensões, tanto cognitivas quanto afetivas, é preciso que o professor, em seu planejamento, determine os objetivos que se quer alcançar, para que os jogos não se constituam em um momento solto e sem significado dentro da sala de aula.

O quarto estudo é a dissertação de mestrado, intitulada “Propostas didáticas metodológicas para o ensino de genética no ensino fundamental”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática - PPGECM da Universidade Federal de Uberlândia, por Leal, 2019. Esta aborda o tema de uma perspectiva construtivista, onde ela inicia os trabalhos apresentando um grupo familiar conhecido na mídia novelística, ressaltando as características físicas dos componentes do grupo familiar, a Famílias Dimas. Dos trabalhos

pesquisados, este foi o que se destacou pela proposta pedagógica apresentada e pelo teor do conteúdo. Entretanto, apesar de ser uma sequência didática, o trabalho aborda os conceitos básicos em genética, mas não apresenta as probabilidades das conexões entre os gametas.

Contudo, foi refeita a pesquisa no google acadêmico em busca de novas dissertações, com as palavras chaves: Educação, Quadro de Punnett, Genética e Dissertação; os resultados foram os mais variados possíveis; entretanto, foram selecionados mais dois trabalhos, sendo o primeiro nesta segunda pesquisa a dissertação de Luiz Henrique Sai, intitulada: *Expressões algébricas e genética: Uma troca de olhares, dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação*. (SAI, 2020).

Nesta mesma perspectiva, o autor faz um paralelo entre as disciplinas, em especial a genética e a matemática onde para ele e, segundo diversos autores, há possibilidade de diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, promovendo a integração dos diferentes saberes para dar suporte a conceitos científicos mais amplos (BUENO, 2011), expressando, assim, a essência das discussões acerca do que vem a ser interdisciplinaridade. Entretanto, esse tema é, muitas vezes, mais discutido teoricamente do que visto em prática.

A interação entre as disciplinas depende também da interação entre os professores das diversas áreas que, devido à necessidade de ensinar e avaliar os estudantes através de roteiros de aulas “cronometrados” e pré-definidos, acaba engessando os conteúdos e inviabilizando as possibilidades de diálogo entre os conteúdos das diferentes disciplinas. Assim, o trabalho discute a interdisciplinaridade e apresenta soluções para o estudo da genética, em especial ao cálculo de probabilidade, por meio da aprendizagem matemática.

O segundo estudo refere-se ao trabalho de dissertação de Victor Rendon Hidalgo, com o tema: *Uso de Modelos Didáticos para o Ensino de Genética Básica*, dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre (HIDALGO, 2016). Neste estudo, o autor traz a discussão sobre a prática educativa e os modelos didáticos utilizados nas aulas de genética, segundo o qual a autora Justina (JUSTINA et al., 2008) aponta que, uma das maiores dificuldades na compreensão desses conceitos, está no fato dos estudantes apresentarem um entendimento limitado acerca de estruturas básicas como, por exemplo, sobre o que é um gene e onde está localizado.

A genética se caracteriza por ser uma ciência composta por muitos termos abstratos e de difícil terminologia. Compreender como estes termos: DNA, cromossomos, genes, genoma etc. se inter-relacionam é fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos em que participam, e a sua não compreensão de suas conexões leva a sérias dificuldades na aprendizagem de genética como um todo. Outro problema, citado por Freitas e Silva (2005), se

relaciona às aulas descontextualizadas, afastadas da realidade dos alunos, que não estimulam a participação e o envolvimento deles, levando ao desinteresse pela genética. Com isso, os alunos tendem a construir uma visão distante da genética, afastando-a da realidade em que vivem.

Por fim, os problemas educacionais de aprendizagem são um fator comum em todos os trabalhos. Entretanto, nenhum deles garante sua efetiva solução, apesar de todos proporem metodologias que buscam uma aprendizagem que seja mais significativa para o estudante. Entre as diferentes metodologias e mecanismos apresentados, o de Freitas e Silva (2005) propõe que as atividades sejam mais contextualizadas na utilização de aplicativos, como observa Cardoso (2020).

Salienta-se, porém, que nenhuma metodologia, aplicativo ou mecanismo garante que o estudante aprenda se este, por si só, não estiver disposto a aprender. Em complemento, o trabalho proposto nesta dissertação busca apresentar um caminho para que este possa ser construído e desconstruído para uma aprendizagem realmente significativa.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os encaminhamentos metodológicos da presente pesquisa, que está associada ao desenvolvimento e aplicação de uma proposta didática, na forma de uma UEPS. Nesse sentido, apresenta-se os aspectos da pesquisa, o lócus, instrumentos de coleta de dados e a forma de análise dos mesmos.

3.1 Aspectos Gerais da Pesquisa

Para Ludke e André (1986), para se realizar uma pesquisa, é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele. Este confronto não é abstrato. Há necessidade de que seja interligado à hipótese do estudo. Neste sentido, o que motivou o presente trabalho foram as dificuldades apresentadas pelos estudantes do 3º ano ensino médio, ao calcular probabilidade nas atividades de probabilidade em genética, com a utilização do Quadro de Punnett e, portanto, pensou-se na utilização de um aplicativo específico como ferramenta educacional para a aprendizagem significativa.

Assim, assumindo esse pressuposto e considerando a natureza dos problemas e objetivos que orientam a pesquisa, o enfoque metodológico foi o da pesquisa qualitativa, por acreditar em suas características para embasar melhor o caminho a ser percorrido. “Nesta maneira de se fazer pesquisa, também não haverá conclusões definitivas, mas uma construção de resultados, posto que compreensões, não sendo fechadas, nunca serão definitivas” (GARNICA, 1995, p. 111).

Para Garnica (1995, p. 86), são características da pesquisa qualitativa: (a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma análise a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios, dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de se estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

Portanto, o objetivo é buscar novos sentidos por meio de inferências, a partir de um tratamento sistemático do conteúdo. Ressaltando que não é inferir apenas com algumas atividades, mas realizar inferências para que ocorra uma aprendizagem significativa onde,

no desenrolar das atividades propostas, os estudantes sejam capazes de realizá-las adequadamente, com ou sem a interferência do pesquisador.

3.2 Lócus da Pesquisa

A amostra para a pesquisa foi com os alunos do 3º ano B da Escola Estadual de ensino Fundamental e Médio da Escola Rio Branco, situada à Rua Rafael Vaz e Silva, nº 1250, bairro Nossa Senhora das Graças, entre as ruas Almirante Barroso e Rua Vespaziano Ramos, que compreende parte da rede pública estadual de Ensino do Estado de Rondônia, que há 41 anos serve à população de Porto Velho, tendo sido inaugurada no ano de 1977 pelo então Governador do Ex Território Federal de Rondônia, Coronel Humberto da Silva Guedes e do Secretário de Educação e Cultura, Jerzy Badocha, e recebeu este nome para homenagear a capital do Estado do Acre.

A instituição foi criada, através do Decreto nº 801, de 24 de janeiro de 1977, sendo inaugurada com o nome de Escola Territorial de 1º Grau Rio Branco (hoje equivale ao Ensino Fundamental). Em 1981, Rondônia passou à condição de Estado, e a escola passou a se chamar Escola Estadual “Rio Branco”. Na década de 80, foi implantado o Ensino Profissionalizante: Técnico em Contabilidade e Técnico em Administração e, na década de 90, foram incluídos outros cursos Profissionalizantes, como Técnico em Secretariado e Técnico em Processamento de Dados.

No ano de 1999, todos os cursos profissionalizantes foram encerrados. Assim, em 2000 a escola passou a oferecer apenas o Ensino Fundamental Regular de 5ª a 8ª série pela parte da manhã e o Ensino Médio Regular de 1ª a 3ª série nos períodos tarde e noite.

No ano letivo de 2019, foram matriculados 1.034 estudantes no 1º e 2º turnos, sendo 674 do Ensino Fundamental e 360 do Ensino Médio. No ano de 2023, tem 587 estudantes, sendo 335 no Ensino Fundamental e 252 no Ensino Médio.

A gestão atual (2023) é composta pelo diretor, José Nilton Frota Pereira e pela vice-diretora, Fabrícia Silva Medeiros, que conta com 28 professores e aproximadamente 30 servidores de apoio e técnicos.

A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Rio Branco” está localizada na zona central de Porto Velho, no setor urbano, situada à Rua Rafael Vaz e Silva, nº 1.250, no Bairro de Nossa Senhora das Graças, de grande incidência comercial, e nas suas proximidades dispõe de supermercados, farmácias, escolas de nível fundamental e médio, postos de saúde, Banco do Brasil, hospital, restaurantes, hotéis, faculdade UNAMA que fica em frente da escola,

denominações religiosas e diversos comércios de pequeno, médio e grande porte, atendendo ainda a uma clientela bastante heterogênea, de média e baixa renda, uma vez que, estão lado a lado, os filhos de empresários, operários, agricultores, bóias-frias, comerciantes, comerciários e funcionários públicos. A Figura 1 apresenta a entrada da escola.

Figura 1 - Imagem da escola Rio Branco



Fonte: Autora, 2023.

Atualmente (2023), a escola Rio Branco passa por uma reforma para manutenção de sua estrutura física, como janelas e pisos, o que dificulta muito o uso dos espaços alternativos da escola. Entretanto, as atividades escolares e extracurriculares estão sendo atendidas com empenho pelos profissionais, e compreensão dos estudantes e comunidade em geral.

Por fim, é importante destacar que os sujeitos participantes da pesquisa são adolescentes de classe baixa, da periferia do Município de Porto Velho-RO, com faixa etária entre 16 e 18 anos, onde, na sua maioria, são compostas por lares onde a mãe é a única provedora, e/ou os pais, ambos sem qualificação para mercado de trabalho, que obtêm o sustento da família de subempregos.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Na elaboração das atividades, atentou-se nos mecanismos de como o indivíduo consegue aprender, onde o modelo de ensino e aprendizagem proposto por Ausubel caracteriza-se como um modelo cognitivo que apresenta peculiaridades bastante interessantes para os professores,

pois centraliza-se, primordialmente, no processo de aprendizagem, tal como ocorre em sala de aula. Assim, as atividades propostas foram realizadas individualmente e em grupos, permitindo também a interação entre os estudantes. A principal intervenção, para aprendizagem do cálculo da probabilidade, foi realizada de duas formas: a primeira, de maneira convencional, utilizando o Quadro de Punnett (sem o aplicativo) e a outra, com o uso de aplicativo.

Assim, a coleta de dados foi feita de duas maneiras: por meio da produção de dados, elaborados pelos próprios estudantes, e da apresentação de resultados na resolução de problemas apresentados. E como instrumentos de coleta de dados, utilizou-se, entre outros: observações da pesquisadora, diário de bordo, mapas conceituais elaborados pelos alunos, registros fotográficos e vídeos registrados ao longo da aplicação do produto educacional.

3.4 Considerações Sobre a Análise de Dados

O direcionamento metodológico teve importância fundamental no desenvolvimento desta pesquisa, pois foi o que definiu o caminho que possibilitou as escolhas das ferramentas utilizadas na abordagem do problema e para compreender a dimensão dos desafios de ensinar e aprender o cálculo de probabilidade em genética. Assim, a técnica de Análise de Conteúdo foi utilizada e combinada com o modo da técnica aplicada na pesquisa de campo realizada por Souza (2019).

Através das indagações, foram surgindo os questionamentos a respeito da realidade e da maneira como posso agir, possibilitando, dessa forma, a compreensão, reflexão e as propostas de ações, através do Projeto de Intervenção: “Cálculo da probabilidade em Genética utilizando o Quadro de Punnett e aplicativo”. Tais questionamentos se interpelam a partir das análises das respostas que foram apresentadas pelos estudantes. Ressaltamos que os questionamentos, as reflexões e as análises foram respostas obtidas, mas não definitivas, e utilizadas na construção deste trabalho.

Assim, para Bardin (2011), ao apresentar o objeto de estudo e utilizando os procedimentos mencionados, buscou-se capturar o que antes não estava aparente. Este processo foi organizado em torno de três pólos cronológicos: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na pré-análise, ocorreu o primeiro contato do pesquisador com o material e, em geral, envolveu a escolha dos documentos, a formulação de objetivos que nortearam a pesquisa, e a elaboração de indicadores que sustentam a interpretação. A exploração do material consistiu

em operações de codificação do material. Na última fase, com os resultados observados, foi possível propor inferências e interpretações.

Nesse contexto, no que concerne à análise dos dados coletados, foram utilizadas duas dimensões, como propõe Pierie (2017): a primeira, no campo didático e a segunda, no cognitivo. No campo didático, a estratégia didática e, no campo cognitivo, os objetivos educacionais, onde ambas são baseadas nos fundamentos teóricos que norteiam o estudo e estão interligados ao processo de analisar o potencial educacional de uma sequência de atividades.

Por fim, neste capítulo apresentou-se a metodologia de pesquisa que subsidiou a aplicação do produto e a análise de dados, descritos no próximo capítulo.

4 PRODUTO EDUCACIONAL E SUA APLICAÇÃO

Essa UEPS é a parte fundamental da dissertação de Mestrado, intitulada “Cálculo da probabilidade em Genética, utilizando o Quadro de Punnett e Aplicativo”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática - PPGECM da Universidade de Passo Fundo. Faz parte de uma proposta em melhorar a aprendizagem dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, da rede Estadual de Ensino, tendo como foco o cálculo da probabilidade no estudo da genética.

A proposta da sequência didática sobre Genética tem como objetivo principal promover a melhoria na aprendizagem dos estudantes, melhor participação destes nas atividades, com o objetivo de que a aula se torne um experimento real da genética, onde o conhecimento científico e conhecimento popular se agreguem na construção de uma consciência coletiva, que busque promover mudanças significativas no âmbito social e cultural.

Portanto, a ideia foi sugerir um aplicativo onde os alunos aprendam de maneira mais dinâmica, realizando atividades que objetivem êxito em suas construções, com perspectiva construtivista, dando ênfase à imaginação e participação ativa dos alunos.

Nessa premissa, percebe-se que o professor deixa de ser agente do conhecimento e torna-se um mediador, entre as partes. Portanto, espera-se que essa UEPS tenha um papel fundamental na mediação entre o professor e as suas práticas, tornando suas aulas mais dinâmicas e significativas. Ressaltamos, ainda, que a aprendizagem é o foco de todo o trabalho, e que essa proposta não se esgota nas meras linhas aqui percorridas, ela pode ser alterada, adaptada e, principalmente, ser o centro de uma reflexão ao nosso trabalho pedagógico.

Em paralelo, os conceitos da genética que serão abordados na UEPS encontram respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nos códigos:

EM13CNT205: Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

EM13MAT312: Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos.

Então, diante deste contexto, propõe-se um cronograma de encontros, que representam as etapas da UEPS, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma dos encontros, que representam as etapas da UEPS

Encontro/aula	Passo (aspecto sequencial)	Descrição do encontro	Orientação
1	Apresentação da proposta aos alunos.	Relato da proposta didática. Apresentação do tema em estudo. Construção do mapa mental.	Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como conceitos no contexto da Genética.
2	Resgate dos conhecimentos prévios.	Iniciando com o contexto histórico, instigando os estudantes sobre suas próprias questões. Com quem você se parece mais, com o pai ou com a mãe? Você sabe por que isso ocorre?	Meiose Construção do heredograma ou árvore genealógica. Simbologia utilizada.
3	Problema introdutório.	Iniciar desenhando uma árvore genealógica. Conceituando os termos corretos que devem ser utilizados no estudo da genética.	Vocês sabem o que é DNA? E gene? Alguém pode me dizer o que são gametas e homocigoto? Heterocigoto?
4	Organizadores prévios.	Histórico de Mendel e o cruzamento com ervilhas.	Fazer o cruzamento dos parentais, conforme experimento de Mendel sobre monohibridismo.
5	Abordagem do conteúdo, considerando a diferenciação progressiva.	Apresentando o quadro de características recessivas e dominantes. Apresentando o Quadro De Punnett na resolução de problemas.	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica escolhida pelos alunos. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.
6	Situação problema 2 (nível mais complexo).	Utilização do Quadro de Punnett na solução de problemas - diibridismo.	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica escolhida pelos alunos. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.
7	Discussão do conteúdo, considerando a reconciliação integrativa.	Apresentação de um aplicativo sobre o Quadro de Punnett, para calcular a probabilidade das atividades apresentadas como albinismo.	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica conhecida como albinismo. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.
8	Situação problema 3 (nível mais complexo).	Cálculo de Diibridismo, utilizando o aplicativo do celular.	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica conhecida como cor de ervilhas. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.
9	Discussão do conteúdo, considerando a reconciliação integrativa.	Cálculo de Diibridismo, utilizando o aplicativo do celular.	Resolução das atividades propostas.
10	Discussão do conteúdo, considerando a reconciliação integrativa	Os alunos responderam a um questionário sobre seu desempenho, apenas com a utilização do quadro e com a utilização do aplicativo. Confecção do mapa conceitual sobre Genética.	Verificar como o conceito e a compreensão genética podem contribuir para a melhoria do desempenho dos alunos na construção do Quadro de Punnett e no cálculo da probabilidade, para a resolução dos problemas apresentados por eles, utilizando conceitos prévios e contextualizando com suas vivências, na utilização de um aplicativo de celular.

Fonte: Autora, 2023.

A UEPS é composta por 10 etapas ou aulas, onde são apresentadas atividades variadas, sempre partindo de uma questão problema do aluno, para um contexto maior. Nesse sentido, a UEPS tem por objetivo: ensinar a probabilidade de manifestação das características hereditárias, com o cálculo dos gametas, utilizando o método do Quadro de Punnett, sem o uso de aplicativos e com o uso de aplicativos. E, considerando os oito aspectos sequenciais (passos) para uma UEPS, descreve-se, a seguir, as atividades, conforme cada um dos passos:

1. Atividades iniciais: (1 Aulas) levantamento prévio do conhecimento dos alunos. Assim, o primeiro encontro se dará com a apresentação do tema de hereditariedade, por intermédio de pequenos textos e vídeos. Depois, os alunos foram instigados, por meio de questionamentos, sobre as características físicas e outras não físicas que eles apresentam, questionados a se perguntar com quem mais se parecem na família, esse questionamento irá ser ampliado, por que temos sócias, por que temos o mesmo tipo sanguíneo, cor de cabelos, ou não?
2. Situações-problema iniciais: (1 Aula) os alunos foram convidados a desenhar a árvore genealógica do seu grupo familiar e questionar quais características físicas o grupo familiar tem em comum. Portanto, neste momento, os alunos deverão responder aos questionamentos, representando adequadamente as características do seu grupo familiar. Nota-se aqui que famílias que não são geneticamente do mesmo grupo poderão apresentar características físicas iguais ou diferentes.
3. Revisão. (1 aula) aqui, o professor dará início à introdução dos conceitos básicos em genética, diferenciando os fundamentais. Respondendo o porquê de algumas características serem mais expressivas do que outras.
4. O processo de ensino (3 Aulas). No início desta nova etapa, apresentaremos aos estudantes o Histórico da Genética, quem foi o cientista que fez essa descoberta, depois desta apresentação iremos assistir um vídeo contando essa história. Após esse início, iremos refazer os experimentos de Mendel com as ervilhas, primeiro o monohibridismo, depois o dihibridismo, logo mais mostraremos que algumas características são mais expressivas do que outras, pois agora eles já possuem o conceito de dominantes e recessivos. Nesta etapa, os alunos foram apresentados ao Quadro de Punnett e construíram um para verificação de uma característica do seu grupo familiar escolhida por eles.
5. Nova situação problema (2 aulas) em nível mais alto de complexidade: realizada esta etapa, iremos apresentar um problema onde eles devem construir o quadro a apresentar a probabilidade de indivíduos afetados pela característica. Resolvido o

problema, os alunos refazem os problemas com a utilização do aplicativo apresentado. Nota-se que aqui será realizado o cálculo dos gametas em dose dupla (diibridismo).

6. Avaliação: (1 aula). A verificação para percepção se houve indícios de aprendizagem foi pela participação, resolução do problema apresentado, utilizando o aplicativo, e da construção do mapa conceitual.
7. Encontro final integrador: (1 Aula). Nesta etapa, abordaremos as dificuldades apresentadas, principalmente no cálculo de duas ou mais características juntas, e se o uso do aplicativo facilitou ou não essa resolução.
8. Avaliação da UEPS: a partir das evidências de aprendizagem significativa obtidas, ou não, ao longo do desenvolvimento das atividades.

O aplicativo Quadro de Punnett foi desenvolvido com o objetivo de oferecer a seus usuários uma ferramenta simples e acessível para o estudo da área da Genética, por meio de telas de fácil navegação, que apresentam imagens, textos e botões. Facilita em muito o cálculo da probabilidade da maioria das atividades, está dividido em telas com os conceitos, monoibridismo e diibridismo, onde apresenta o resultado do cruzamento dos gametas, e botões para telas dos cálculos de porcentagem.

Em suma, a proposta da UEPS foi potencialmente significativa para o ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas, utilizando o Quadro de Punnett, e um aplicativo. Um exemplo que podemos citar, foi que, mesmo antes de iniciar a construção dos heredogramas ou árvores genealógicas, alguns alunos já conseguiam distinguir os genótipos e fenótipos do seu grupo familiar. Já no campo cognitivo, a UEPS facilita a análise, a investigação e a compreensão na revisão sistemática dos conceitos sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e os cálculos de probabilidade de monoibridismo e diibridismo envolvendo as temáticas.

Nesse sentido, o âmbito deste contexto educacional, é de grande expansão de aprendizagem de informação, de mudança de conceitos e de construção do conhecimento, o que contraria a aprendizagem mecânica ou repetitiva, com pouca ou nenhuma atribuição de significado, sendo armazenadas isoladamente na estrutura mental, levando ao esquecimento e dificuldade de associar com novos conhecimentos. Assim, a aprendizagem é um processo de mudança no comportamento, obtido através da experiência, sendo esta construída por fatores emocionais, neurológicos, relacionais e ambientais; ou seja, aprender é o resultado da interação entre estruturas mentais e a experiência.

Portanto, do ponto de vista educacional, somente ocorrerá aprendizagem se é verdadeiramente significativa para o estudante, não aquela que ele necessita para reproduzir nas avaliações escolares, nem aquela que faça com que ele se perceba atrelado a uma classe ou grupo social, mas aquela que o ajude a superar conceitos, e a se perceber como agente de mudança.

4.1 Cronograma de aplicação

O cronograma foi elaborado a partir da estruturação da UEPS. O Quadro 2 apresenta as datas em que ocorreram as atividades desenvolvidas.

Quadro 2 - Cronograma de aplicação das atividades

Datas	Encontro	Atividades Realizadas	Etapas da UEPS
14/06/2023	1	Avaliação diagnóstica, relato da proposta didática. Apresentação do tema em estudo. Construção do mapa mental.	01
16/06/2023	2	Aqui, os estudantes assistiram um pequeno vídeo sobre genética, como ocorre a transmissão das características genéticas aos descendentes. Foram questionados a respeito de qual dos genitores mais se parece. Foi introduzido o conceito de gene dominante e recessivo e genótipo e fenótipo. Os estudantes foram estimulados a desenharem sua árvore genealógica.	01
19/06/2023	3	Iniciamos, desenhando uma árvore genealógica de um colega, com sua devida autorização. Conceituando os termos corretos que devem ser utilizados no estudo da genética.	01
21/06/2023	4	Histórico de Mendel e o cruzamento com ervilhas.	01
22/06/2023	5	Conceito de dominante e recessivo e introdução ao Quadro de Punnett, através do monohibridismo.	01
23/06/2023	6	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica escolhida pelos alunos. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.	01
26/06/2023	7	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica conhecida como albinismo. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.	01
28/06/2023	8	Construção do quadro, por meio de um exemplo de monohibridismo, utilizando uma característica conhecida como cor de ervilhas e se são lisas ou rugosas. Aprendendo a utilizar o quadro para perceber a probabilidade apresentada.	01
29/06/2023	9	Cálculo de Diibridismo, utilizando o aplicativo do celular.	01
30/06/2023	10	Os alunos responderam a um questionário sobre seu desempenho apenas com a utilização do quadro e com a utilização do aplicativo. Confecção do mapa conceitual sobre Genética.	01

Fonte: Autora, 2023.

Convém lembrar que os encontros foram realizados dentro do cronograma letivo da unidade escolar, destacando que o estudo foi desenvolvido na turma em que a pesquisadora atua como professora.

4.2 Relatos dos encontros e análise de dados

Para o relato dos encontros, objeto desta seção, foram abordadas as falas dos estudantes, envolvendo alunos/alunos e alunos/professora durante as atividades, bem como os materiais produzidos pelos alunos no decorrer desses encontros. Os diálogos enriquecem a descrição das atividades e demonstram a receptividade dos envolvidos, a análise dos relatos na forma de pesquisa, sempre recorrendo ao andamento do processo de ensino/aprendizagem, onde a base foram os registros e atividades realizadas e produzidas pelos estudantes, nas UEPS, em consonância com a proposta de Pierie (2017): a primeira no campo didático e a segunda, no cognitivo.

No campo didático, a estratégia foi se a UEPS da proposta foi potencialmente significativa para o ensino do cálculo de probabilidade em genética para os cruzamentos dos gametas, utilizando o Quadro de Punnett, e um aplicativo didático.

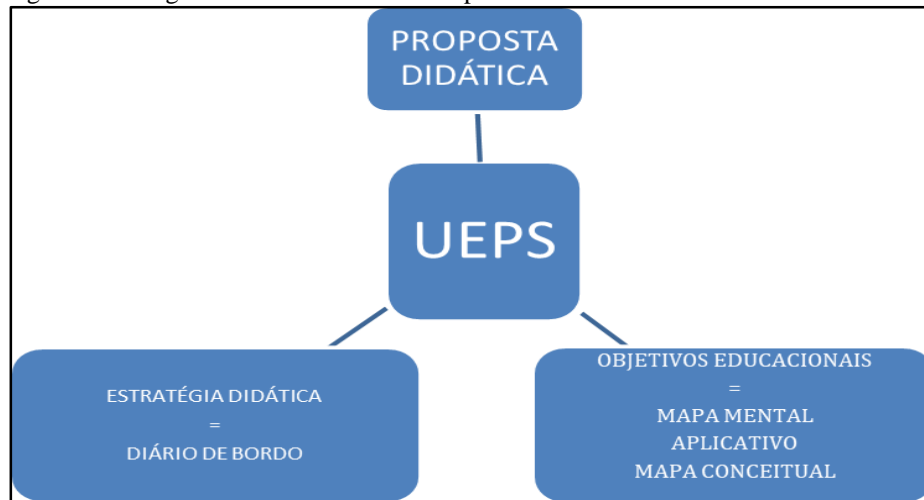
No campo cognitivo, a UEPS facilita a análise, a investigação e a compreensão na revisão sistemática dos conceitos sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e os cálculos de probabilidade de monoidrismo e diíbrismo envolvendo as temáticas. Assim, tais categorias foram utilizadas e estão relacionadas aos instrumentos de coleta de dados.

Portanto, a avaliação de dados da proposta foi feita mediante essas duas categorias mencionadas, pois o objetivo do estudo é verificar se, com a UEPS, houve indícios significativos de aprendizagem e se o aplicativo facilitou a compreensão dos cálculos de probabilidade em Genética.

Na estratégia didática, a avaliação da UEPS desenvolvida considerou como instrumento para coleta dos dados o diário de bordo da professora/pesquisadora e nos seguintes aspectos, considerados como subcategorias: interação entre os estudantes e deles com a professora; participação e envolvimento nas atividades; tempo necessário para a realização das atividades; estrutura das aulas e metodologia utilizadas.

Nos objetivos educacionais usados na avaliação da proposta desenvolvida, teve como referência aspectos vinculados ao domínio cognitivo do conteúdo abordado durante os encontros, selecionados neste estudo pela análise da atividade de sistematização, o mapa mental, o uso do aplicativo e o mapa conceitual. De forma mais específica, a análise pauta-se pela identificação na fala dos estudantes dos seguintes aspectos: a relação do conteúdo com as situações vivenciais; a compreensão dos conceitos físicos abordados; e a forma como os estudantes expressam seus posicionamentos críticos, constituindo as subcategorias do estudo, conforme exemplifica a Figura 2.

Figura 2 - Categorias de análise com os respectivos instrumentos



Fonte: Autora, 2023.

Na continuidade deste trabalho, apresentam-se as discussões dos resultados obtidos, com a aplicação da sequência didática.

4.2.1 Relato do primeiro encontro

Na estruturação da proposta didática, foram utilizadas diferentes estratégias para facilitar e valorizar o diálogo entre os estudantes e com a professora (Eu), pois também havia a necessidade de registro no diário de bordo. Mesmo nas atividades individuais, as carteiras foram dispostas em pequenos grupos que iam sendo ocupados por eles, por ordem de chegada. Todos os dias, ao adentrarem a sala de aula, as atividades propostas eram descritas antecipadamente e todos os encontros registrados.

No dia 14/06/2023, deu-se início às atividades de aplicação do produto educacional, na forma de uma UEPS, com a apresentação da proposta aos estudantes, a metodologia que seria utilizada, a carga horária diferenciada, objetivos e a forma de avaliação do processo da UEPS. A priori, foi apresentada a justificativa da realização da pesquisa, o porquê de a turma ser escolhida como amostra do estudo, a importância da participação, e que não havia obrigatoriedade de participação e que o anonimato de todos seria mantido. Foi reforçado novamente sobre o retorno do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), com a assinatura do responsável.

Ainda, foi ressaltado a importância da assiduidade e comprometimento deles, pois tratava-se de uma pesquisa científica e, como tal, apresentava passos e métodos que deveriam ser seguidos a rigor. Neste momento, também foi combinado a questão do horário de chegada,

pois a maioria dos estudantes utilizam o transporte público para chegar até a escola, sujeitos a eventuais atrasos; aos que trabalham também foi combinado uma estratégia para que cumprissem com a pontualidade nos horários.

Para isso, os alunos deveriam utilizar seus celulares pessoais e que no encontro que fosse necessário a utilização do aplicativo, todos deveriam portar o smartphone, e que a professora iria providenciar acesso à internet a todos. Pôde-se observar a motivação dos estudantes perante o fato de usar um aplicativo e aulas diferenciadas.

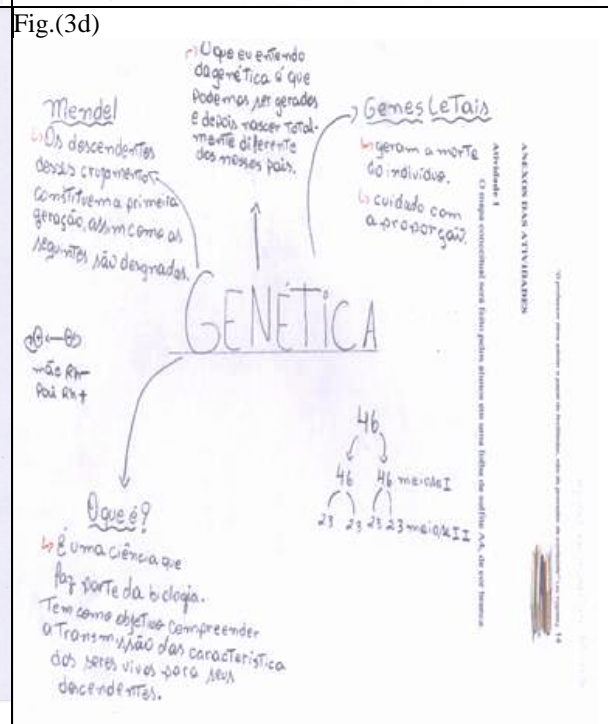
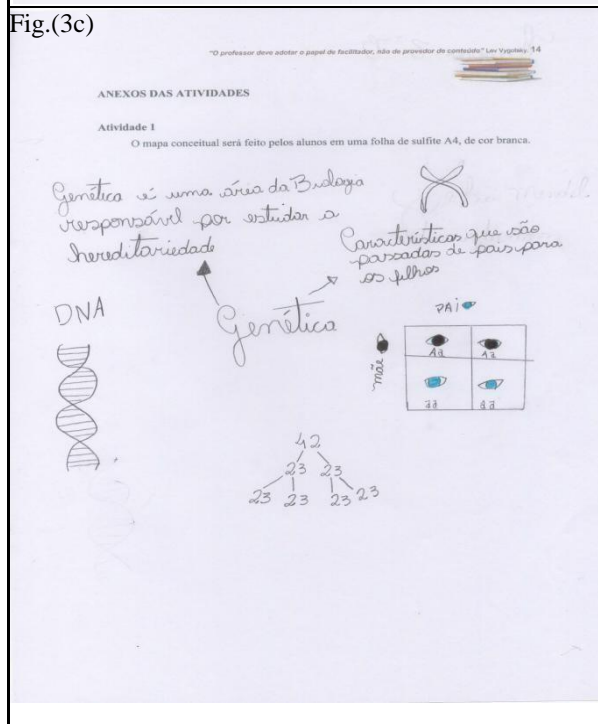
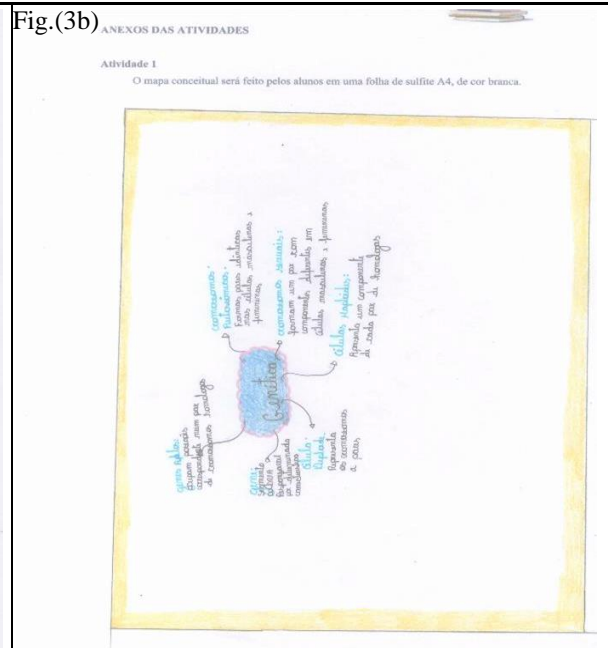
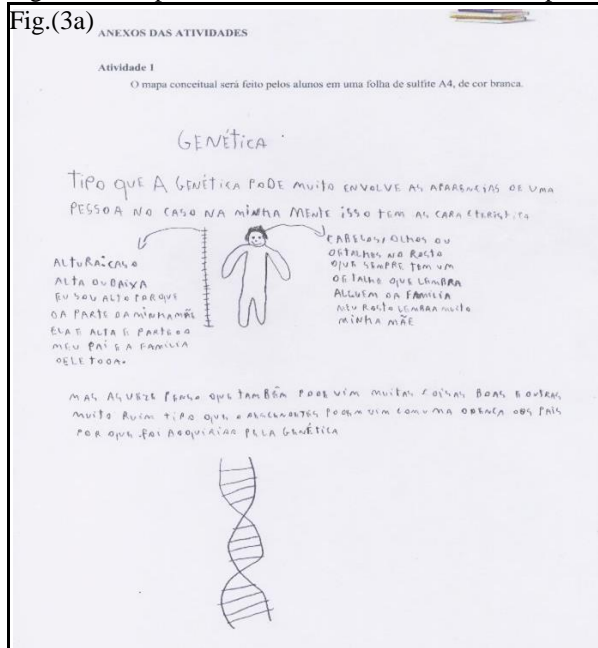
Dando continuidades aos relatos, assim que passou a empolgação inicial, os estudantes assistiram a um vídeo sobre genética. O tema foi discutido com os estudantes, os quais apresentaram muitas dúvidas: como ocorre a permuta dos genes? Como os gametas eram responsáveis pelas características herdadas ao longo das gerações? Na sequência, foi solicitado aos estudantes que construíssem um mapa mental onde o tema inicial, que seria genética, a avaliação diagnóstica (APÊNDICE B), que deveriam fazê-lo de forma espontânea, sem preocupação com erros e acertos, que o importante era realizar a atividade proposta.

Os mapas mentais (MM), são estruturados sobre metodologias que visam a ajudar os estudantes na compreensão e sistematização do pensamento e, conseqüentemente, no auxílio da aprendizagem. Eles são responsáveis por organizar e demonstrar, de forma analítica, o conhecimento prévio dos estudantes; ou seja, há um conhecimento prévio dos critérios sobre os quais as novas aprendizagens são construídas. O uso de mapas mentais revela o quanto o estudante progrediu, e quais competências e habilidades desenvolveu e, ainda, se há necessidade de avançar; o próprio estudante é capaz de perceber seu processo de aprendizagem, conforme comprovadas no presente estudo, na escola.

Para Stokhof et al. (2020), os mapas mentais auxiliam os docentes na definição e visualização dos objetivos curriculares, avaliação do conhecimento prévio, orientação na criação e acompanhamento do conhecimento, estabelecimento de relações, organização de informações e compreensão de conceitos e subconceitos, ao permitir que o aluno lembre, organize e visualize as estruturas de conhecimento.

A proposta da primeira atividade foi fazer uma sondagem sobre o que os estudantes são capazes de lembrar sobre genética, pode ser conceitos, palavras, todo conhecimento prévio valorizado. Por esse motivo, a atividade ficou livre para mapa conceitual ou/e mapa mental. Na sequência, na Figura 3, são apresentadas imagens dos mapas conceituais realizados pelos estudantes.

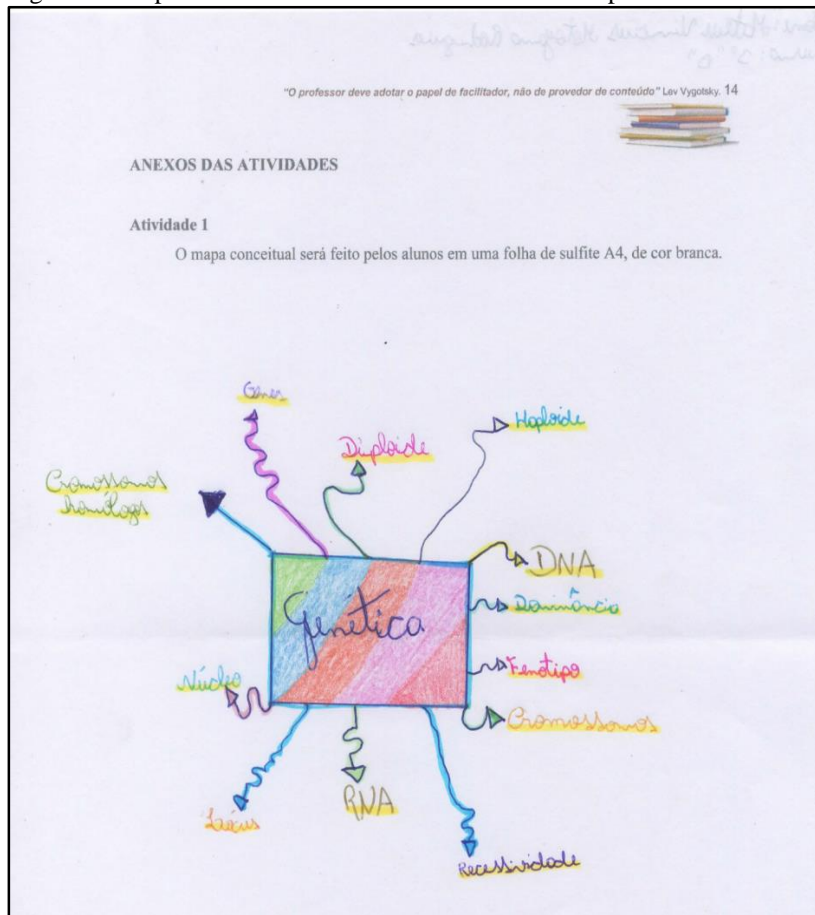
Figura 3 - Mapas Conceituais/Mentais elaborados pelos alunos



Fonte: Pesquisa, 2023.

Nota-se que os estudantes priorizam mais a questão da genética, o que entendiam sobre seu conceito, a questão das características herdadas, como tipo de cabelo, cor dos olhos, aparência no geral, além de situar, dentro da área da biologia, que é uma ciência que abarca sentido em diversas outras subdivisões, responsáveis pelo melhor entendimento de cada um nas questões de heranças genéticas.

Figura 4 - Mapa Conceitual/Mental adicional elaborado pelos alunos



Fonte: Pesquisa, 2023.

Levando em conta a Figura 4, percebeu-se que, além da própria genética, os estudantes puderam ir além, abrindo caminhos também para ramificações de outros conteúdos, todos interligados ao tema gerador. Cada um deles pode ser explorado e entendido de forma mais minuciosa, o que facilitou em muito os passos seguintes da aplicação. São eles: RNA, recessividade, cromossomos, fenótipo, gene, diploide, haplóide, cromossomos homólogos, DNA, núcleo e locus.

Apesar dos estudantes não terem compreensão da diferença entre mapa conceitual e mapa mental (misturando ambos a ponto de não se ter discernimento qual é qual), eles conseguiram colocar no papel o conhecimento prévio que tinham sobre o tema abordado.

Na sequência das atividades propostas, os estudantes foram questionados sobre qual característica física possuíam mais marcante e de qual dos genitores. O interessante é que, para esse questionamento, os estudantes, em sua maioria, apontaram para a cor dos cabelos, cor dos olhos e estatura dos pais. Percebe-se, aqui, um conhecimento prévio do objeto a ser estudado, conforme ressalta Ausubel (2008).

Este conhecimento prévio é fundamental à nova aprendizagem, o qual pode ser, por um conceito, uma palavra, uma ideia, um modelo mental ou conceitual⁸. Para Ausubel (1918-2008), chama-se de subsunçor ou ideia-âncora, o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção, como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado; ou seja, mais ou menos elaborado, em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica, adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

Nota-se, porém, que os estudantes têm um conhecimento prévio sobre os conceitos de hereditariedade, de genes, de fenótipo e genótipo, conseguindo associar genética com DNA e com as células germinativas. Foi solicitado também que o estudante pudesse trazer foto do grupo familiar e que todos trouxessem o nome dos avós paternos e maternos.

4.2.2 Relato do segundo encontro

Neste encontro, houve necessidade de se fazer uma observação relacionada à dinâmica familiar do grupo, pois se trata de adolescentes, que apresentam grupos familiares heterogêneos. Portanto, um cuidado ao tratar sobre família e grupo familiar. Neste trabalho, o assunto transcorreu sem problema. Iniciou-se a discussão com uma observação de quem conseguia enrolar a língua em forma de cone, expliquei as características que são de nossa espécie e o que vai determinar se um indivíduo possui ou não os genes que recebem dos pais. Assim, foram convidados a assistir a um pequeno vídeo do youtube que trata do assunto, conforme Figura 5:

⁸ O mapa mental é uma técnica de organização e memorização de ideias, através de uma estrutura visual. Mapa conceitual são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.

Figura 5 - Introdução à Genética



Fonte: Youtube, 2023.

Após assistirem o vídeo e questionados sobre com quem eles se parecem mais, foi apresentada a árvore genealógica e explicado como iriam montar e onde cada membro da família iria ser colocado, além do porquê de um gene vir do pai e o outro da mãe, se algum aluno tinha alguma característica peculiar que somente a família possuía. Nesse momento, foi percebido que alguns ainda não sabiam distinguir fenótipo de genótipo, mas como ainda iríamos trabalhar o conceito, apenas fez-se uma observação sobre os conceitos, para não sair do foco, que era a árvore genealógica. O vídeo tem acesso livre no youtube <<https://www.youtube.com/@TodaMateriaOficial>>.

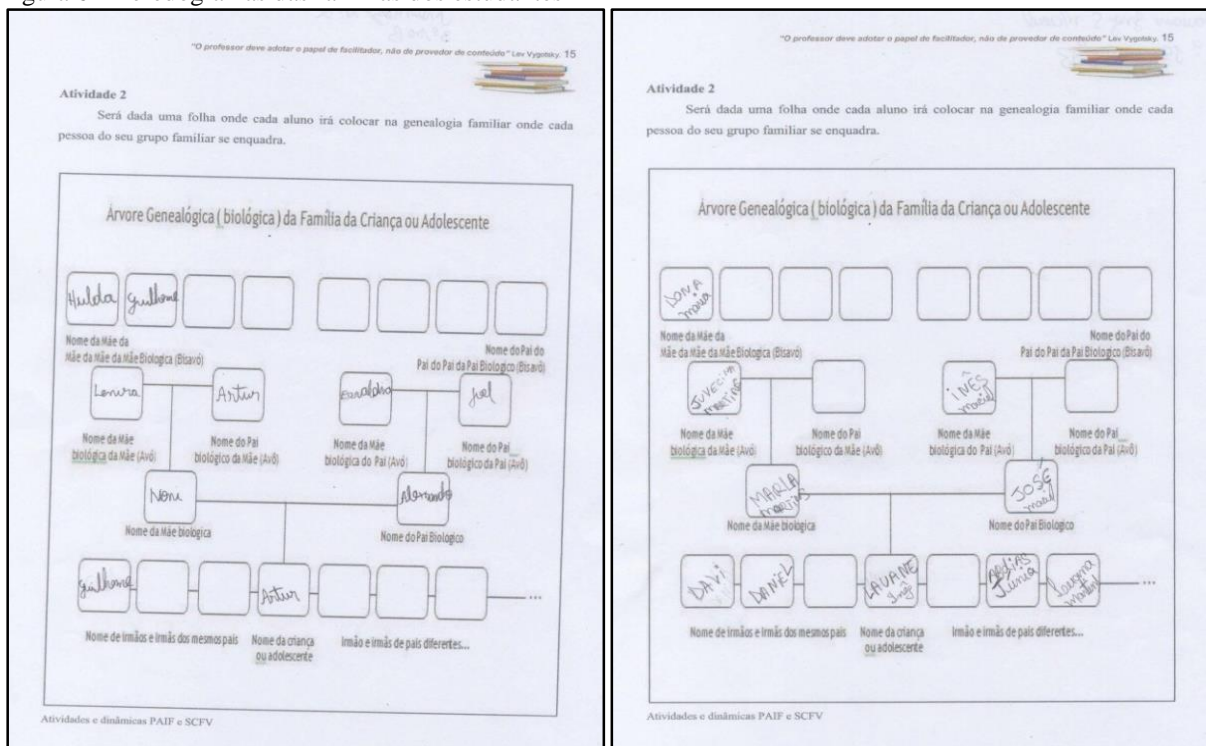
Assim, aproveitando a possibilidade do diálogo sobre os mecanismos de transmissão da hereditariedade, apresentou-se o heredograma e os símbolos utilizados. Aqui, foi solicitado para que iniciassem a atividade de construção do heredograma pelos avós paternos e maternos com colagem, ou apenas com os nomes e as informações trazidas.

Os estudantes iniciaram as atividades de construção do heredograma, com entusiasmo. Com a elaboração, surgiram dúvidas sobre a construção, que foram sanadas pelos próprios estudantes, essas dúvidas eram relacionadas à posição do familiar no esquema. Os recursos utilizados conseguiram despertar curiosidade e interesse pelo assunto nesse estudo; ainda que as demonstrações tenham sido qualitativas, foi possível associar aos conceitos estudados.

Na Figura 6, são apresentados Heredogramas feitos por eles. Na construção dos heredogramas das famílias dos estudantes, percebeu-se que quase na sua totalidade delas têm filhos de pais e mães diferentes; mesmo assim, isso não foi um problema, pelo contrário, o foco de alguns estudantes foram que irmão de mães com o mesmo pai apresentam características que

eles apresentam, assim como irmãos de pais diferentes apresentam características do grupo e que algumas características, mesmo sendo irmãos do mesmo pai e da mesma mãe, alguns estudantes não possuem as características dos irmãos. O foco da atividade era apresentar as características comuns do grupo familiar, que foi percebido. Assim, os conceitos de dominante e recessivo foram inseridos de maneira simples e bem compreensiva aos estudantes, o que demonstrou indícios de aprendizagem significativa.

Figura 6 - Heredogramas das famílias dos estudantes



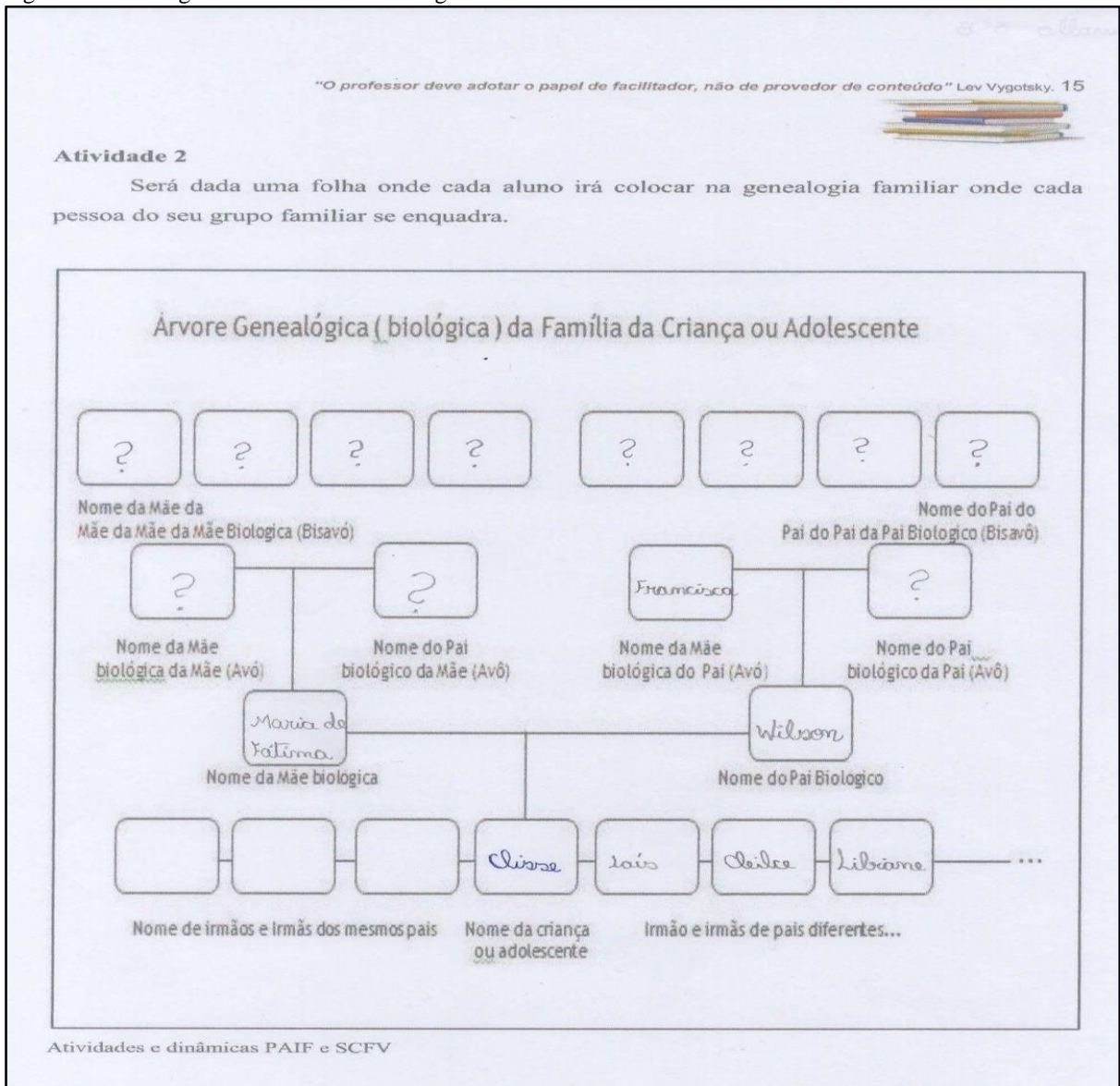
Fonte: Pesquisa, 2023.

Com essa visualização, os estudantes perceberam que um dos problemas da genética é que, mesmo não sendo do mesmo grupo familiar, algumas pessoas possuem as mesmas características, esse questionamento foi feito à professora, que devolveu a pergunta à turma: por que isso ocorre?

Um estudante respondeu que é por causa da variabilidade genética e da combinação dos genes, ou respondeu que existem sócias. Além desses, outros exemplos foram mencionados como as características dominantes da nossa espécie (DIÁRIO DE BORDO, 2023).

Nesta fala dos estudantes, evidencia-se a participação e interação do grupo, e a internalização de conceitos apresentados, sugerindo que houve indícios de aprendizagem.

Figura 7 - Heredograma ou Árvore Genealógica



Fonte: Pesquisa, 2023.

Observou-se, também, conforme Figura 7, que em alguns casos foi bem difícil desenhar uma árvore genealógica que trouxesse informações sólidas, uma vez que a própria criança ou jovem desconhecia as informações referentes à própria família. Cabe ressaltar que isso seria esperado, visto a diversidade de arranjos familiares existente. Nestes casos, deve ter todo um cuidado para não criar situações embaraçosas para o estudante ou terceiros que fazem parte do grupo familiar. Neste estudo em específico não tivemos situações que pudessem interferir negativamente na construção da atividade e nas informações que os estudantes trouxeram para que pudesse ser desenhado um mapa genealógico consistente de cada arranjo familiar.

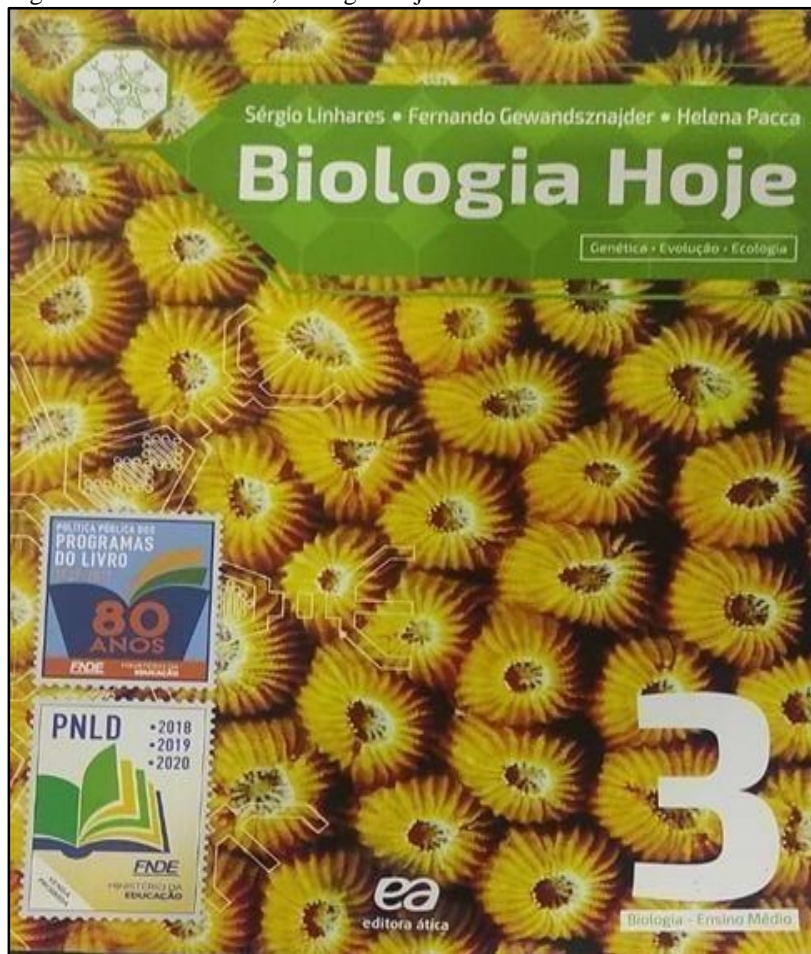
Por fim, o encontro mostrou-se bastante produtivo, pois, no decorrer da abordagem, observou-se que os estudantes demonstraram curiosidades e atenção às explicações dadas pela

professora e tentaram compreender melhor os conceitos e explicações apresentadas, construindo um heredograma real, com suas famílias. É interessante salientar que quando se trata de uma realidade para os estudantes, eles demonstraram compreensão sobre o objeto estudado.

4.2.3 Relato do terceiro encontro

No terceiro encontro, iniciamos a aula com a realização de um heredograma, com atenção aos conceitos utilizados no livro didático “Biologia Hoje”⁹, (vide capa na Figura 8), adotado pela escola, da editora Ática, tendo como autores Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca; disponível através do link. Contudo, o livro agora é um volume único. Quando da utilização, ele era composto pelos volumes 1, 2 e 3, sendo o volume utilizado pelos estudantes apenas como fonte de consulta, página 23 do volume 3.

Figura 8 - Livro didático, Biologia Hoje



Fonte: Pesquisa, 2023.

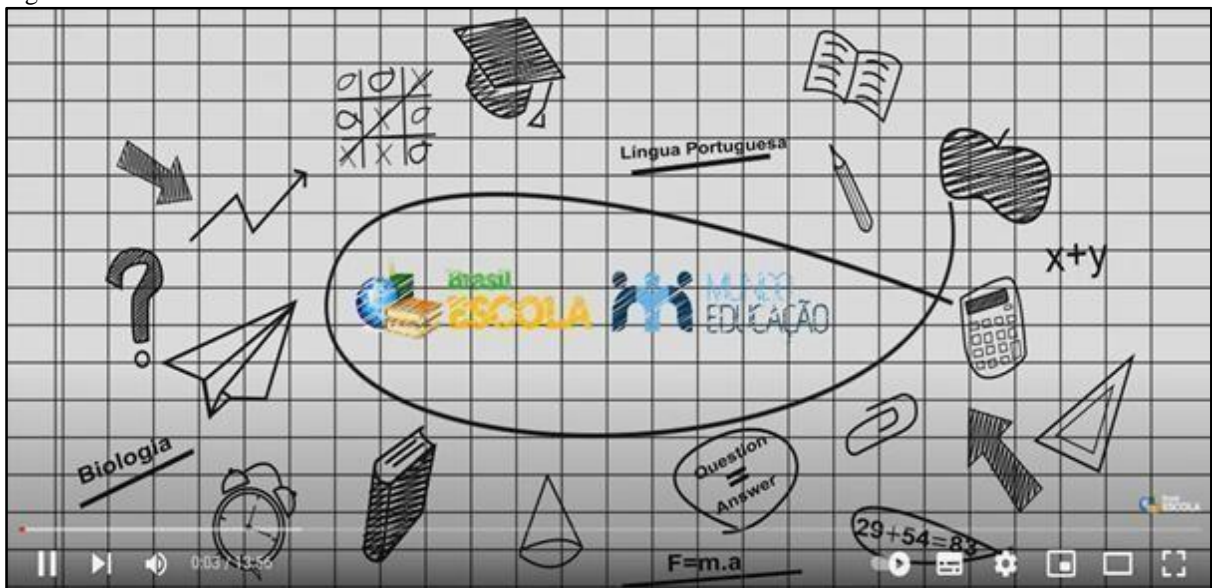
⁹ Disponível em: <<https://mega.nz/folder/rgRBBKka#4gt8wncT2ehcHiy6Y0fzJQ>>.

Depois, foi revisado o conteúdo do segundo encontro, pois como alguns estudantes chegaram depois do horário inicial, a revisão sistemática do encontro anterior se fez necessária.

Terminada esta etapa, foi disponibilizado um vídeo, conforme Figura 9, aos estudantes, sobre os conceitos básicos de genética. O tempo previsto para as atividades também pôde ser visto como um indício de aprendizagem, mesmo que cada um tenha o seu próprio. Nesse sentido, é importante destacar que atividades como a realizada, nas quais se instiga a participação e o diálogo, há necessidade de prever um tempo maior para a abordagem de cada tópico. Isto é que é o diferencial das atividades tradicionais, às quais necessitam de maior aprofundamento, mais reflexão e, por consequência, mais tempo.

Na aula de hoje, muitos estudantes que haviam se atrasado na aula anterior não haviam terminado de fazer o heredograma de seu grupo familiar, salientado que cada encontro é de 45 minutos, tornando-se necessário que o tempo previsto para essa atividade seja revisado (DIÁRIO DE BORDO, 2023).

Figura 9 - Conceitos Básicos em Genética - Brasil Escola



Fonte: Youtube, 2023.¹⁰

Terminado de assistir o vídeo e questionados sobre os conteúdos, os estudantes colocaram no caderno os conceitos aprendidos, e reforcei os conceitos básicos, tais como: fenótipo, genótipo, homocigoto, heterocigoto, entre outros. No próximo encontro, o conteúdo foi subsunção de uma nova aprendizagem que, segundo a abordagem proposta por Ausubel (2003), tem o intuito de esclarecer que existem estruturas diferentes para a aprendizagem dos

¹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-YkrP8Tnt9Y>>.

estudantes, com as variantes da origem e dos valores de cada um; ou seja, é possível encontrar diferentes ressignificações, derivadas das vivências pessoais de cada estudante.

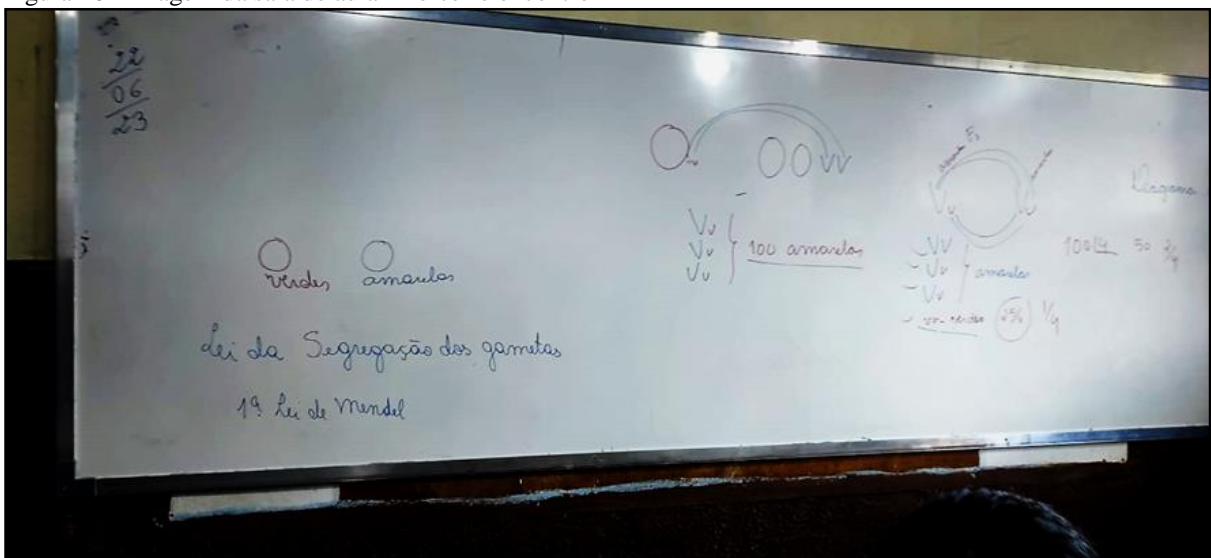
Portanto, pôde-se afirmar que a aprendizagem de novos conceitos é influenciada sobremaneira por aquilo que o estudante conhece, e quando a informação é apresentada ao aluno de forma literal, arbitrária e sem significado, ou seja, sem relação com nenhum conhecimento existente, a aprendizagem acontece de forma mecânica ou automática.

A primeira, só acontece quando o novo conhecimento não encontra ancoragem em subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do aluno e este simplesmente assimila, de maneira arbitrária e literal. Desta feita, então, para Ausubel (2003, p.156), ocorrem:

[...] associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao estudante o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o estudante adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras), a formação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte - a “reaprendizagem”, para dizer de outra maneira.

A explicação dessas vantagens está nos processos específicos, por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa, onde se implica, como um processo central, a interação entre a estrutura cognitiva prévia do estudante e o conteúdo de aprendizagem. Essa interação traduz-se em um processo de modificação mútua, tanto da estrutura cognitiva inicial, como do conteúdo que é preciso aprender, constituindo o núcleo da aprendizagem significativa, o que é crucial para entender as propriedades e a potencialidade (PELIZZARI et al., 2002, p. 39).

Figura 10 - Imagem da sala de aula - Terceiro encontro



Fonte: Pesquisa, 2023.

No terceiro encontro, a aula seguiu de maneira convencional, com os estudantes fazendo uma sequência dos conceitos básicos em genética no caderno, de forma esquematizada, conforme se vê na Figura 10, pois a intenção era o entendimento do conceito a partir de autores dos livros didáticos, conceitos que foram retomados nos encontros seguintes.

4.2.4 Relato do quarto encontro

Neste encontro, retomamos com o contexto histórico de Mendel, porque ele escolheu as ervilhas e não outra planta para fazer os testes dos cruzamentos de gametas e quais as vantagens a planta apresentava. Aqui, os estudantes ficaram bastante entusiasmados com a possibilidade de plantarmos ervilhas para fazer os testes. Porém, “joguei um balde de água fria”, quando disse que iríamos antes assistir três pequenos vídeos que tratavam sobre o assunto e fazer o cruzamento dos gametas referente aos experimentos de Mendel.

O primeiro vídeo dessa sequência é o de título “Uma breve história da genética”. Este vídeo apresenta de maneira resumida a história da genética, conforme Figura 11.

Figura 11 - Uma Breve História da Genética



Fonte: Youtube, 2023.¹¹

No segundo vídeo, Figura 12, “JOHANN MENDEL, MAIS TARDE RENOMEADO GREGOR MENDEL”, faz um relato sobre o histórico da vida de Mendel, e como mais tarde

¹¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=w3qs9GyxjY>>.

os seus experimentos foram importantíssimos para a genética. Ao assistir este vídeo, os estudantes questionaram sobre o tempo que outros cientistas demoraram para chegar nas conclusões que ele havia feito, há quase um século atrás. Comentamos sobre a importância do contexto histórico e sobre a influência deste contexto no desenrolar da ciência.

Figura 12 - Johann Mendel, mais tarde renomeado Gregor Mendel



Fonte: Youtube, 2023¹².

Por fim, no terceiro vídeo, Figura 13, “RESUMO EXPERIMENTO 1 lei de Mendel”, tem-se um resumo da 1ª lei de Mendel. Aqui, os estudantes questionaram sobre como ele fez a manipulação genética; ou seja, sobre a polinização manual para que se conseguisse manipular e controlar o experimento.

Figura 13 - Monoibridismo ou 1ª Lei de Mendel



Fonte: Youtube, 2023¹³.

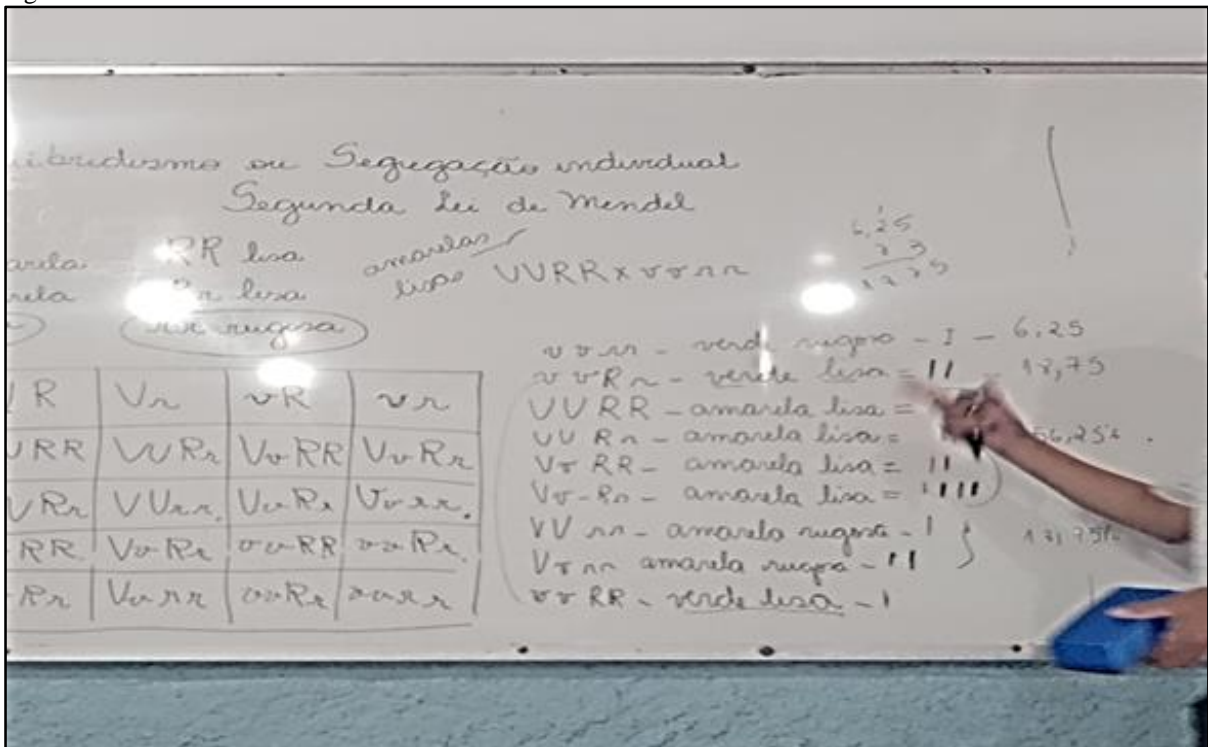
¹² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hkVcvk1tkfI>>.

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Omkfyd0RI7o>>.

Neste momento, percebeu-se a desmotivação, pois estamos realizando as atividades de maneira convencional e as probabilidades tornaram-se um problema, pois os alunos já apresentaram dificuldades na compreensão.

Após assistimos aos vídeos, foi reforçada a ideia da Primeira Lei de Mendel e o motivo pelo qual ele escolheu ervilhas e não outra planta. Isso pode ser observado na Figura 14. Realizamos o cruzamento dos parentais (P) com os filhos da primeira geração F1. Os estudantes também refizeram as atividades no caderno.

Figura 14 - Sala de aula - 4º encontro



Fonte: Pesquisa, 2023.

Ao final do encontro, foi solicitado aos estudantes que percebessem se possuíam alguma característica que se encontrava na relação da atividade que seria realizada no próximo encontro e que, em casa, questionassem os familiares se eles também possuíam ou não tal característica. Antes de finalizar o encontro, a ideia de poder enrolar a língua em forma de cone tornou-se motivo para brincadeiras. Assim, tivemos uma ideia do que iremos realizar na próxima aula.

4.2.5 Relato do quinto encontro

Neste encontro, revimos os conceitos de gene recessivo e gene dominante, onde os estudantes constataram, na prática, algumas características dominantes e outras recessivas da

nossa espécie. Ao iniciar-se a atividade, foram divididos em grupos, onde cada um recebeu uma tabela para preencher com as informações que lhes estavam sendo observadas. A atividade seguiu com muito entusiasmo, por parte dos estudantes. Assim, no desenvolvimento das atividades, conseguimos atingir nosso objetivo, que era propiciar aos estudantes estratégias de ensino que lhes permitissem compreender e analisar os fenômenos de transmissão da hereditariedade em diferentes situações.

A atividade de investigação em genética de populações fez com que os estudantes interagirem mais uns com os outros e com a professora/pesquisadora. Percebeu-se, também, que eles conseguiram coletar os dados, apresentar e analisá-los corretamente. Nesta proposta, ficou evidente que a revisão dos conceitos nem sempre precisa ser realizada de maneira convencional, pois aqui os conceitos básicos e a diferenciação entre fenótipo e genótipo foi compreendida pelos estudantes.

Na hora do intervalo, observei que alguns estudantes do terceiro ano ainda estavam falando sobre as características observadas em sala de aula, isso aconteceu entre eles e para estudantes de outras séries. Essa atividade aguçou muito a curiosidade sobre os genes que são dominantes em nossa espécie, aproveitei para falar que todas as espécies possuem características que lhes são dominantes e recessivas, e isso inclui plantas.

A empolgação deles nesta parte dos trabalhos é bem visível, que poderíamos incluir outros temas, tais como: herança do sexo, alelos múltiplos, tipagem sanguínea. Entretanto, o foco do estudo é as Leis de Mendel e probabilidades.

Esta atividade abre grandes expectativas para a estatística, pois a tabela (vide Figura 15) inclui o número de mulheres e homens, onde é possível saber quantos estudantes possuem determinadas características e quantos destes são homens e mulheres. Há a possibilidade de construir gráficos. Mas o foco da tabela foi que nenhum estudante possuía olhos claros, enquanto doze possuíam olhos escuros. E a posição do polegar: zero estudantes possuíam posição do polegar, enquanto treze apresentaram a posição 45°. Na aula, não foi possível construir os gráficos, pois o conteúdo foi solicitado pelo professor de matemática que estava trabalhando estatísticas com os estudantes. Portanto, não adentramos neste mérito.

Figura 15 - Atividade Proposta

Atividade 3
Tabela das características da turma

características	variedade	mulheres	homens	nº total de alunos(as)
capacidade de enrolar a língua	enrola	4	3	7
	não enrola	1	0	1
tipo de cabelo	liso	2	2	4
	cresto	3	3	6
uso da mão	destro	5	5	10
	canhoto	0	1	1
cor dos cabelos	escuras	2	7	9
	claras	3	0	3
cor dos olhos	escuras	5	7	12
	claras	0	0	0
posição do polegar	45°	5	8	13
	90°	0	0	0
unhas	mole	2	1	3
	dura	3	7	10
lóbulo da orelha	livre	2	2	4
	aderente	3	7	10

Neste momento a turma irá preencher a tabela apresentando o número de indivíduos do sexo masculino e feminino, em cada característica apresentada, essa atividade propõe que os estudantes desenvolvam uma investigação da genética da população, e montar gráficos especificando os conceitos estatísticos encontrados.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Com esta metodologia, utilizada em sala de aula, a atividade relaciona-se com o modo e o momento na construção da sequência didática. Assim, a metodologia da UEPS atende o campo cognitivo, pois proporciona uma atividade dinâmica e a estratégia didática, pois tende a cumprir a revisão sistemática dos conceitos, tornando a sala de aula um ambiente de ensino e aprendizagem em que o convívio provoque indícios de aprendizagem significativa.

Portanto, contribuiu para o aprendizado, com aulas estruturadas nas UEPS, com diferentes estratégias, em que a maioria era voltada para atividades em grupos, com ênfase na valorização e dando espaço para o diálogo entre professor e estudante.

4.2.6 Relato do sexto encontro

No sexto encontro, iniciamos com a retomada das características dominantes e recessivas de nossa espécie. Os estudantes relataram que a família e alguns de seus familiares possuíam as mesmas características que vimos na aula anterior e outros, não. Aproveitou-se este momento para falar sobre as ervilhas, no trabalho realizado por Mendel. Sobre os genes recessivos, que são verdes e, portanto, representados por letras minúsculas e as ervilhas amarelas, representadas por letras maiúsculas.

Foi explicado sobre as atividades que realizamos, sobre a cor dos cabelos, e que o cabelo escuro era dominante sobre os cabelos claros, que as atividades realizadas por eles seriam livres; entretanto, deveriam respeitar o genótipo e o fenótipo de cada atividade realizada. Essa atividade foi desenvolvida no eixo cognitivo, onde se pôde observar os indícios de

aprendizagem, e cumpriu perfeitamente o eixo de estratégia didática, pois atendeu o objetivo: “analisar e compreender os fenômenos de transmissão da hereditariedade em diferentes situações”, e houve muita interação entre os estudantes. A atividade era realizada através de perguntas, que os estudantes deveriam responder adequadamente, pintando os cabelos, e indicando os genótipos.

Para a pergunta: se os pais são homozigotos, os filhos terão cabelos?


Nota-se que aqui o homozigoto pode ser fenótipo: cabelos escuros e/ou cabelos claros, com genótipos, respectivamente LL ou ll. O estudante tinha o critério de escolher pretos com pretos (PP ou Pp), claros com claros (ll), claros com escuros (ll com LL ou Ll), conforme Figuras 16, 17, 18 e 19. As respostas foram: O Estudante 1 escolheu o fenótipo cabelos escuros. Portanto, os filhos terão também cabelos escuros, respondeu corretamente. Já o estudante 2, escolheu fenótipo cabelos claros, para ambos os pais. Entretanto, o fenótipo dos filhos não resultou como o esperado. Na sua justificativa, percebe-se que houve a compreensão de alelos, e do conceito de homozigoto.

Figura 16 - Estudante 1

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Leo Vignoly, 18

Atividade 4


Aqui já se pode fazer uso dos conceitos da Primeira Lei de Mendel através do uso de combinação de características do grupo familiar. PINTE OS CABELOS DE ACORDO COM O RESULTADO.



https://www.pintacolorir.com.br/

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos homozigotos, os filhos terão cabelos?




Justifique: vão nascer com cabelos pretos por que o pai e a mãe são

Figura 17 - Estudante 2

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Leo Vignoly, 18

Atividade 4


Aqui já se pode fazer uso dos conceitos da Primeira Lei de Mendel através do uso de combinação de características do grupo familiar. PINTE OS CABELOS DE ACORDO COM O RESULTADO.



https://www.pintacolorir.com.br/

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos homozigotos, os filhos terão cabelos?



Justifique: Se os pais forem LL a cor do cabelo dos filhos será preta. Se for ll a cor do cabelo dos filhos será clara.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Fonte: Pesquisa, 2023.


Figura 18 - Estudante 1

ALUNO 3

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 18

Atividade 4


Aqui já se pode fazer uso dos conceitos da Primeira Lei de Mendel através do uso de combinação de características do grupo familiar. PINTE OS CABELOS DE ACORDO COM O RESULTADO.



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos homocigotos, os filhos terão cabelos?



Justifique: Os pais têm cabelos escuros


Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 19 - Estudante 1

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 18

Atividade 4


Aqui já se pode fazer uso dos conceitos da Primeira Lei de Mendel através do uso de combinação de características do grupo familiar. PINTE OS CABELOS DE ACORDO COM O RESULTADO.



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos homocigotos, os filhos terão cabelos?



Justifique: Os cabelos serão escuros pq eles são homocigotos

Fonte: Pesquisa, 2023.


Entretanto, o estudante 3 escolheu e respondeu os fenótipos corretamente, porém não soube justificar sua resposta. O estudante 4 fez escolha dos genótipos LL e ll, corretamente com seus fenótipos e o resultado esperado dos filhos também está correto, juntamente com a justificativa.

Para a pergunta: se os pais ambos forem heterocigotos, os filhos terão cabelos?

Por serem heterocigotos, os fenótipos só poderiam ser cabelos escuros (Ll com Ll). O estudante 1 respondeu que os alelos são diferentes LL, Ll, ll. Quanto ao genótipo, respondeu corretamente e, quanto aos fenótipos, também pintou os cabelos dos filhos corretamente, com a probabilidade de um deles ter cabelos claros. O estudante 2 respondeu que terão 75% de cabelos escuros e 25% de cabelos claros. Pintou os cabelos com o fenotípico correto e apresentou a probabilidade adequada.

Figura 20 - Estudante 1


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 19



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos forem heterozigotos os filhos terão cabelos?




Justifique: Ambos teram 75% de chance de cabelos escuros e 25% de cabelos claros.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 21 - Estudante 2


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 19



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos forem heterozigotos os filhos terão cabelos?




Justifique: Os Alelos são diferentes pode conter LL, etc ll.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Já o estudante 3 justificou apenas cabelos escuros, porém pintou o fenótipo corretamente. O estudante 4 relacionou os gametas em cada um dos filhos corretamente com os genótipos e fenótipos; porém, justificou que ambos os pais têm cabelos escuros.

Figura 22 - Estudante 3


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 19



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos forem heterozigotos os filhos terão cabelos?




Justifique: Os pais são ambos escuros.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 23 - Estudante 4


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 19



<https://www.pintarcolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se os pais são ambos forem heterozigotos os filhos terão cabelos?



Justifique: Ambos pais são de cabelos escuros.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Para a pergunta: se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos também escuros, os filhos terão cabelos?

Estudante 1, os alelos são iguais, então vão formar só LL, que são cabelos escuros. Aqui o estudante aprendeu o conceito de alelos, mas ainda não consegue diferenciar homozigoto e heterozigoto; levou em consideração somente o fenótipo para cor dos cabelos. Já o estudante 2, justificou 100% de filhos terem cabelos escuros; aqui há indícios de aprendizagem, consegue distinguir alelos, homozigoto, heterozigoto e a porcentagem dos fenótipos.

Figura 24 - Estudante 1

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos também escuros, os filhos terão cabelos?

Justifique 100% de chance das Filhos terem cabelos escuros

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 25 - Estudante 2

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 20

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos também escuros, os filhos terão cabelos?

Justifique Os alelos são iguais então vão formar só LL que são cabelos escuros

Fonte: Pesquisa, 2023.

O estudante 3 também apresenta indícios de aprendizagem satisfatória, justificou: os pais têm cabelos escuros. O estudante 4 indicou corretamente os gametas, realizou o cruzamento corretamente e apresentou os fenótipos certos. Aqui também há indícios de aprendizagem significativa.

Figura 26 - Estudante 3

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Leu Vygotsky, 20

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos também escuros, os filhos terão cabelos?

Justifique Ambos tem cabelo escuro

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 27 - Estudante 4

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Leu Vygotsky, 20

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos também escuros, os filhos terão cabelos?

Justifique Ambos tem cabelo escuro


Fonte: Pesquisa, 2023.

Para o questionamento: se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos claros, os filhos terão cabelos?

O estudante 1 identificou adequadamente os gametas, realizou o cruzamento dos alelos, porém na imagem dos filhos o cruzamento de um deles está equivocado, mas dá para perceber que foi um engano. Na justificativa, escreveu: os alelos também são diferentes, podendo ter todos os componentes. Ele está se referindo aos genótipos. Quando questionado sobre os componentes, respondeu que eram os que determinavam a cor dos cabelos, que poderiam ter filhos de cabelos escuros e claros. O estudante 2 apenas pintou o fenótipo dos cabelos dos descendentes; entretanto, estão corretos, pois na justificativa escreveu que os filhos têm 50% de chance de terem ambas as colorações de cabelo. Já o estudante 3, não compreendeu a atividade, pintou todos os cabelos de cor intermediária, e justificou que os pais têm cabelos claros. O estudante 4 também enumerou os gametas pelos genótipos equivocados e o resultado também não foi o esperado, mas, se levar em consideração os gametas escolhidos, está correta, o que também pode se levar a entender que não compreendeu o enunciado do que era para ser realizado. Justificou que ambos têm cabelos claros.

Figura 28 - Estudante 1


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 21



<https://www.pintacolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos claros, os filhos terão cabelos?




Justifique: Os filhos também são diferentes podendo ter todos os componentes.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 29 - Estudante 2


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 21



<https://www.pintacolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
Ll	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos claros, os filhos terão cabelos?




Justifique: Os filhos terão 50% de chance de terem ambos as cores de cabelo.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 30 - Estudante 3


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 21



<https://www.pintacolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
LL	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos claros, os filhos terão cabelos?




Justifique: Os filhos terão cabelos claros.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 31 - Estudante 4


"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotsky, 21



<https://www.pintacolorir.com.br/>

Genótipo	Fenótipo
Ll	Cabelos escuros
Ll	Cabelos escuros
ll	Cabelos claros

Se um dos pais for heterozigoto para cabelos escuros e o outro for homozigoto para cabelos claros, os filhos terão cabelos?



Justifique: Os filhos terão cabelos claros.

Fonte: Pesquisa, 2023.

4.2.7 Relato do sétimo encontro

Nesta aula, retomamos a lista das características da nossa espécie que são recessivas e dominantes. Montou-se o Quadro de Punnett, e foi explicado o cálculo da probabilidade. Relembrei as características da aula anterior (aula 5) e falei sobre o tom da nossa pele, e sobre o albinismo, uma característica autossômica recessiva, que é caracterizada pela ausência de pigmentação da pele, a melanina. Então, propus a construção do Quadro de Punnett inicialmente com o albinismo, retomamos nos Parentais (P) e depois no cruzamento dos filhos da primeira geração (F1), conforme Figura 32.

Figura 32 - Quadro de Punnett

♂	♀	A	A
A			
a			

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 33 - Atividade do estudante 1

Parental

	A	a
G	Aa 100%	Aa 100%
G	Aa 100%	Aa 100%

F1

Homem . mulher

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

1 - AA
2 - Aa

Parental

1 - Aa - 100%
2 - Aa - 100%
3 - Aa - 100%

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

F1

	A	a
A	AA 25%	Aa 25%
a	Aa 50%	aa 50%

F1 - 25

Fonte: Pesquisa, 2023.

Percebe-se que aqui os estudantes começam a apresentar dificuldades de aprendizagem referente à probabilidade. O estudante 1, conforme Figura 33, coloca no quadro 100% e no Genótipo (Aa) que determina o Fenótipo: normal e a porcentagem de 50%; porém, acrescenta o genótipo (aa) que determina o fenótipo: albino a porcentagem 50%; e continua com o genótipo (Aa), que determina o fenótipo: normal a porcentagem 100%, o que estaria correto.

Continua com um segundo quadro (vide Figura 34), onde realizou o cruzamento correto, em que os genótipos estão corretos, as proporções estão equivocadas, e não apresentou fenótipo, apenas a porcentagem de 100%.

No terceiro Quadro (vide Figura 34), onde seria o cruzamento do F1 (Aa X Aa), realizou corretamente, mas não determinou nem os genótipos e nem os fenótipos, colocando nos quadros a porcentagem de 25% e 50% equivocados.

Figura 34 - Atividade do estudante 2

Parental

	A	A	
a	Aa 100%	Aa 100%	F3
a	Aa 100%	Aa 100%	

mulher . homem

Parental

	A	A
A	AA	AA
a	Aa	Aa

Aa - normal - 50%
 aa - albino - 50%
 AA = 100% normal.

1 - Aa - 100%
 2 Aa - 100%
 1 - Aa - 100%

F1

	A	a
A	AA 25	Aa 25
a	Aa 50	aa 50

F3 - 25

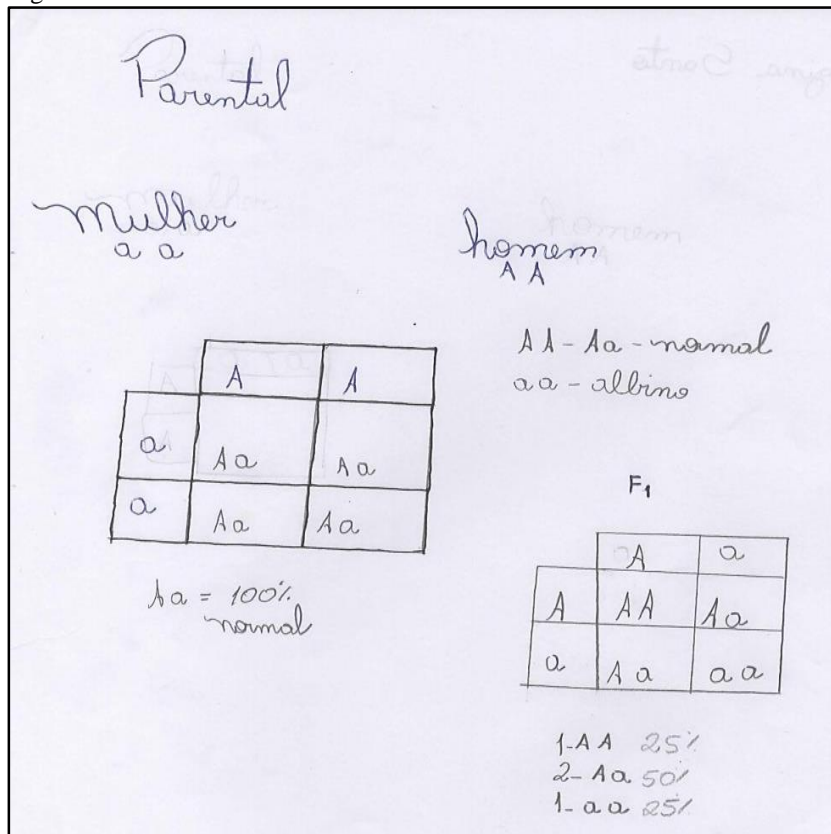
Fonte: Pesquisa, 2023.

Na atividade do estudante no primeiro quadro, o cruzamento do Parental (P) está correto; entretanto, no próprio quadro a porcentagem já está equivocada. No segundo quadro, fez o

cruzamento correto, porém enumerou como “parental”, mas está errado nos gametas deste cruzamento e a porcentagem também está confusa.

No terceiro quadro, no cruzamento do F1, os gametas e o cruzamento estão corretos, porém a porcentagem equivocada. Aqui o estudante apresentou a atividade correta, os gametas, a porcentagem e o cruzamento do Parental (P), estão corretos, no da primeira filiação: os gametas, o cruzamento, a porcentagem e a proporção estão corretas.

Figura 35 - Atividade do estudante 3



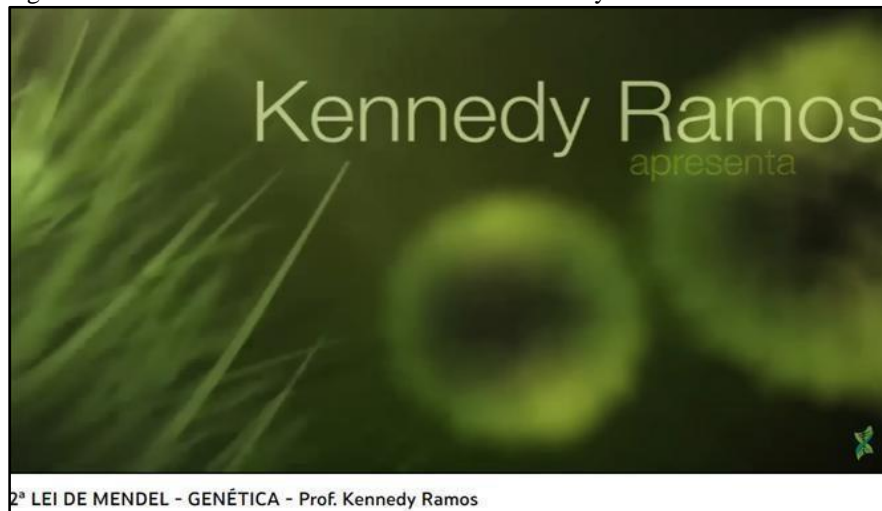
Fonte: Pesquisa, 2023.

Pode-se considerar, no contexto desta turma, que de cada três estudantes, apenas um consegue realizar as atividades de maneira satisfatória.

4.2.8 Relato do oitavo encontro

Iniciamos o oitavo encontro com um vídeo (vide Figura 36), que apresentou a introdução do diíbrido, diferenciando do monoíbrido. Na sequência, expliquei e realizei o cruzamento dos gametas com duas características, cor das ervilhas: amarelas ou verdes; casca da ervilha: lisa ou rugosa.

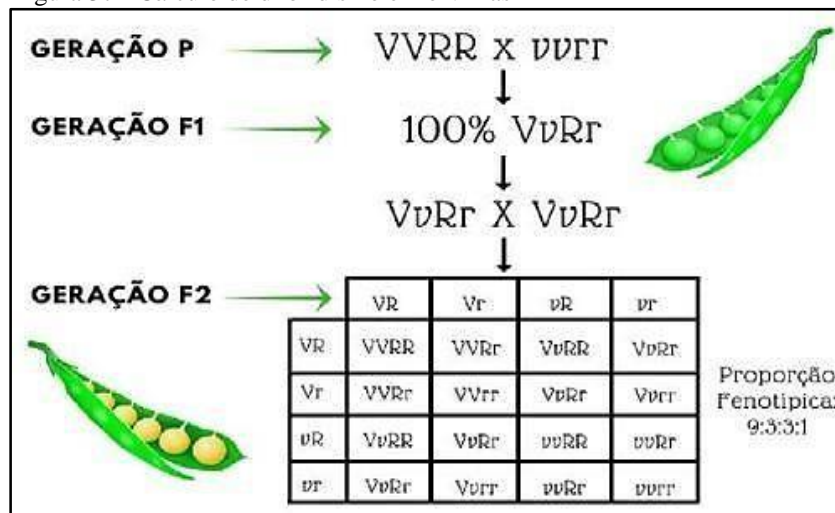
Figura 36 - 2ª Lei de Mendel - Genética - Prof. Kennedy Ramos



Fonte: Youtube, 2023.¹⁴

Esta aula não aconteceu como prevista, pois, realizamos somente a construção de um Quadro de Punnett como exemplo, representado pela Figura 37, o qual utilizou o tempo do encontro. Neste encontro, as dificuldades com o cálculo da porcentagem ficaram bem claras, os estudantes solicitaram que eu realizasse a explicação novamente várias vezes. No final do encontro, foi solicitado que os alunos que tivessem condições poderiam trazer seus *smartphones* para o próximo encontro, pois iríamos calcular a porcentagem de uma maneira mais dinâmica.

Figura 37 - Cálculo de diíbrido em ervilhas



Fonte: Pesquisa, 2023.

Mesmo diante das dificuldades apresentadas com o cálculo da porcentagem no cruzamento dos gametas, a proposta desenvolvida para os objetivos educacionais ainda estava

¹⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qg6ly6ocYJs>>.

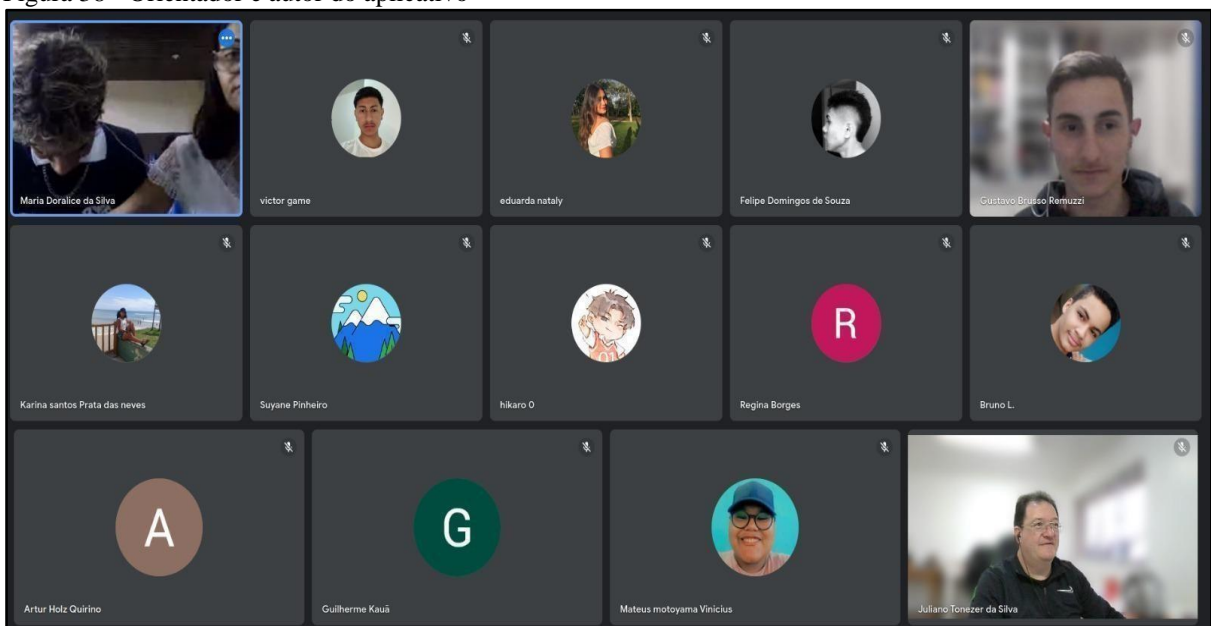
sendo cumprida, pois seu objetivo era investigar se as atividades desenvolvidas durante a sequência didática favorecem a compreensão do conceito de hereditariedade, e isso já havia sido superado. No aspecto cognitivo do conteúdo abordado durante os encontros, selecionados neste estudo pela análise da atividade de sistematização (vídeo, elaboração do Quadro de Punnett, e cruzamento dos gametas de forma convencional), ainda se atendia ao que a proposta do estudo se propunha. De forma mais clara, qual a estratégia adequada para sanar a dificuldade apresentada?

4.2.9 Relato do nono encontro

Esse encontro iniciou com a apresentação dos alunos ao meu orientador, o Dr. Juliano Tonezer da Silva, e o estudante de engenharia civil Gustavo Brusso Remuzzi, de forma virtual (Figura 38). Após as apresentações, iniciamos uma explicação de como o aplicativo funcionava, demonstrando o manual (Figura 39).

Como a internet da escola não atende a todos os estudantes, disponibilizei a internet móvel do meu celular. Após todas as explicações dadas pelos convidados, e respondidas todas as dúvidas, baixamos o aplicativo do link disponibilizado neste endereço: <<https://x.thunkable.com/projectPage/637648c7d7834f02199b56f3>>.

Figura 38 - Orientador e autor do aplicativo



Fonte: Pesquisa, 2023.

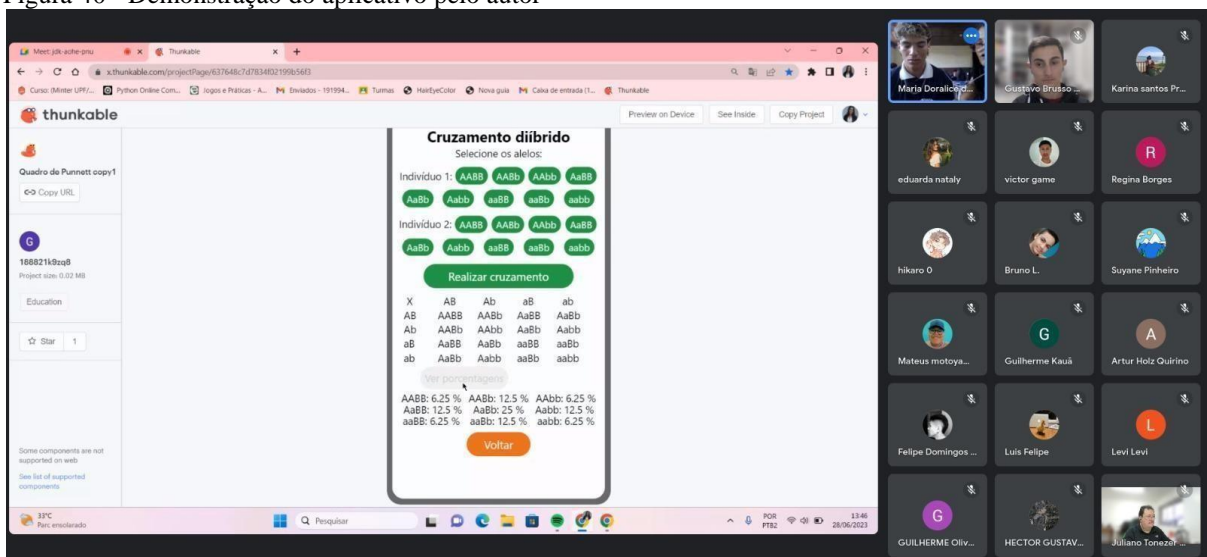
Figura 39 - Tela inicial do aplicativo para Android



Fonte: Pesquisa, 2023.

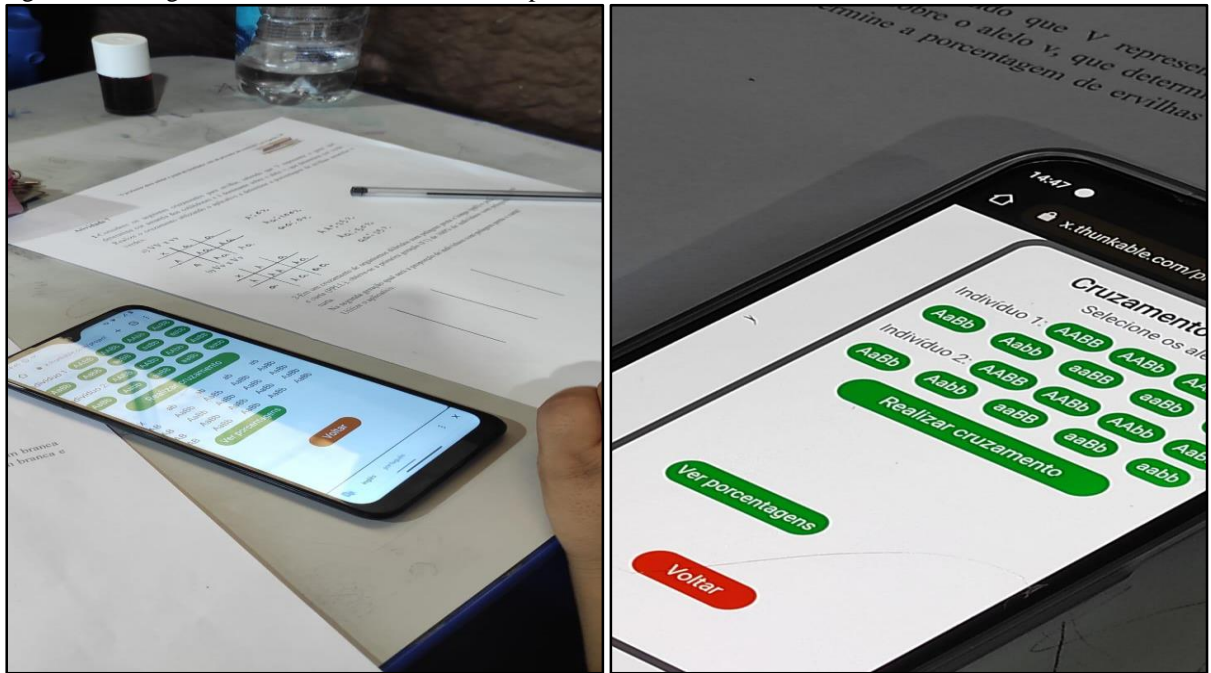
Neste encontro, alteramos a ordem das atividades, em razão das dificuldades encontradas na turma; realizei a explicação novamente e realizamos a atividade, conforme registrado na Figura 40. O manual de explicação deste aplicativo encontra-se no produto educacional “UEPS sobre Probabilidade em Genética com o uso de aplicativo”, parte integrante deste trabalho. Sendo um aplicativo experimental para smartphone (Figura 41), de acesso livre, pode sofrer alterações e adaptações. Destaca-se que este material é de acesso livre e está disponível no site do PPGECM <<https://www.upf.br/ppgecm>>.

Figura 40 - Demonstração do aplicativo pelo autor



Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 41 - Imagens dos estudantes utilizando o aplicativo



Fonte: Pesquisa, 2023.

Observa-se, conforme Figuras 42 e 43, que com o uso do aplicativo, o estudante 1 e o estudante 2, na atividade 1, ambos realizaram o cruzamento corretamente, colocaram a porcentagem dos gametas corretos, de acordo com o genótipo, mas percebe-se uma dificuldade na interpretação total dos dados. O aplicativo sanou a dificuldade da probabilidade, mas deixou evidente a dificuldade de interpretação dos resultados.

Figura 42 - Atividade do estudante 1

Atividade 7

1- Considere os seguintes cruzamentos para ervilha, sabendo que V representa o gene que determina cor amarela dos cotilédones e é dominante sobre o alelo v, que determina cor verde. Realize o cruzamento utilizando o aplicativo e determine a porcentagem de ervilhas amarelas e verdes:

a) $VV \times vv$

V	v
V	v
V	v
V	v

$vV = 100\%$

b) $Vv \times Vv$

V	v
V	VV
V	Vv
v	Vv
v	vv

$VV = 25\%$
 $Vv = 50\%$
 $vv = 25\%$

2- Em um cruzamento de organismos diíbridos com pelagem preta e longa (ppll) e pelagem branca e curta (PPLL), obteve-se a primeira geração (F1) de 100% de indivíduos com pelagem branca e curta. Na segunda geração qual será a proporção de indivíduos com pelagem preta e curta? Utilize o aplicativo.

AB	Ab	aB	ab
Ab	AaBb	AaBb	AaBb
aB	AaBb	AaBb	AaBb
ab	AaBb	AaBb	AaBb

$AaBb = 100\%$

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 43 - Atividade do estudante 2

Atividade 7

1- Considere os seguintes cruzamentos para ervilha, sabendo que V representa o gene que determina cor amarela dos cotilédones e é dominante sobre o alelo v, que determina cor verde. Realize o cruzamento utilizando o aplicativo e determine a porcentagem de ervilhas amarelas e verdes:

a) $VV \times vv$

x	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

$A: 0\%$
 $Aa: 100\%$
 $aa: 0\%$

b) $Vv \times Vv$

x	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

$AA: 25\%$
 $Aa: 50\%$
 $aa: 25\%$

2- Em um cruzamento de organismos diíbridos com pelagem preta e longa (ppll) e pelagem branca e curta (PPLL), obteve-se a primeira geração (F1) de 100% de indivíduos com pelagem branca e curta. Na segunda geração qual será a proporção de indivíduos com pelagem preta e curta? Utilize o aplicativo.

x	ab	ab	ab	ab
Ab	AaBb	AaBb	AaBb	AaBb
aB	AaBb	AaBb	AaBb	AaBb
Ab	AaBb	AaBb	AaBb	AaBb
ab	AaBb	AaBb	AaBb	AaBb

$AaBb: 100\%$

Fonte: Pesquisa, 2023.

Na atividade 2, os estudantes relataram a dificuldade de interpretação, em função de que o aplicativo não apresentava maneira de mudar as letras de acordo com a atividade proposta. Aqui, nota-se que ambos realizaram satisfatoriamente a atividade, mas os genótipos não foram alterados conforme proposto.

A sequência de outra atividade foi interrompida pelo tempo do encontro. Assim, a continuação ficou para o próximo encontro. Foi ressaltado para não esquecerem de trazer o *smartphone* para a próxima data.

4.2.10 Relato do décimo encontro

Iniciou-se o décimo e último encontro, com a disponibilização da internet para todos os estudantes da turma. Assim que todos estavam conectados ao aplicativo, as atividades foram distribuídas. Expliquei como a atividade deveria ser realizada e iniciamos, conforme Figuras 44 e 45.

Figura 44 - Atividades do estudante 1 (frente)

Atividade 5
 Cruzamento teste: heterozigotos e dominantes para as duas características e após isso os estudantes serão convidados a realizarem sozinhos o cruzamento teste nas mesmas condições porém com características diferentes, neste momento após o prazo estipulado para a realização das atividades, será apresentado o aplicativo para smartphone para o cálculo das probabilidades das gametas.

Genótipos	Fenótipos
cabelo: LL, Ll (dominante) ll (recessivo)	cresto (dominante) fino (recessivo)
solmececha: FF, Ff (dominante) ff (recessivo)	grossa (dominante) fina (recessiva)
lábios: FF, Ff (dominante) ff (recessivo)	grossa (dominante) fina (recessivo)
orelha de lobo: CC, Cc (dominante) cc (recessivo)	Descolado (dominante) colado (recessivo)

1- Indivíduos com cabelo crespo porém heterozigoto (Ll) e lábios grossos (Ff); com indivíduo de cabelo crespo e heterozigoto (Ll) e lábios grossos(Ff).
 Primeiro cruzar as gametas do primeiro indivíduo

♀ (FEMININO)	L	l
F	FL	Fl
f	fL	fl

Segundo cruzar as gametas do segundo indivíduo

♂ (MASCULINO)	L	l
F	FL	Ff
f	fL	ff

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 45 - Atividades do estudante 1 (verso)

Terceiro. Fazer o cruzamento das gametas dos dois indivíduos

Diagrama de Pauling

♀♂	LF	Lf	fF	ff
LF	LLFF	LLFf	LlFF	LlFf
Lf	LlFf	Llff	llFF	llFf
fF	LlFf	Llff	llFF	llFf
ff	Llff	llff	llFF	llFf

Refaça as atividades usando o aplicativo.
 Responda.
 As atividades ficaram mais fáceis com a utilização do aplicativo:
 Sim Não
 Justifique: *é mais fácil por que podemos já escolher as gametas e já fazer o cálculo do percentagem*

Fonte: Pesquisa, 2023.

Conforme a continuação, nas Figuras 46 e 47, aqui não foi solicitada a porcentagem. Os estudantes realizaram a atividade com alguns erros, mas nada que uma revisão das regras do

Diagrama de Pauling não resolvesse. Entretanto, aqui também houve uma queixa deles em relação às letras no aplicativo, para que eles pudessem alterá-las de acordo com as atividades.

Figura 46 - Atividades do estudante 2 (frente)

Atividade 5
Cruzamento teste: heterozigotos e dominantes para as duas características e após isso os estudantes serão convidados a realizarem sozinhos o cruzamento teste nas mesmas condições porém com características diferentes, neste momento após o prazo estipulado para a realização das atividades, será apresentado o aplicativo para smartphone para o cálculo das probabilidades das gametas.

Genótipos	Fenótipos
cabelo: LL, Ll (dominante) ll (recessivo)	cresto (dominante) liso (recessivo)
sobrancelha: FF, Ff (dominante) ff (recessivo)	grossa (dominante) fina (recessiva)
lábios: FF, Ff (dominante) ff (recessivo)	grossos (dominante) finos (recessivo)
orelha de lobo: CC, Cc (dominante) cc (recessivo)	Descolado (dominante) colado (recessivo)

1- Indivíduos com cabelo crespo porém heterozigoto (Ll) e lábios grossos (Ff); com indivíduo de cabelo crespo e heterozigoto (Ll) e lábios grossos(Ff).
Primeiro cruzar as gametas do primeiro indivíduo

♀ (FEMININO)	L	l
F	LF	fF
f	Lf	ff

Segundo cruzar as gametas do segundo indivíduo

♂ (MASCULINO)	L	l
F	LF	fF
f	Lf	ff

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 47 - Atividades do estudante 2 (verso)

Terceiro. Fazer o cruzamento das gametas dos dois indivíduos
Diagrama de Pauling

♀♂	LF	Lf	fF	ff
Lf	LLFF	LLFf	LlFF	LlFf
Lf	LlFF	LlFf	llFF	llFf
fF	LlFF	LlFf	llFF	llFf
ff	LlFf	Llff	llFf	llff

Refaça as atividades usando o aplicativo.
Responda.
As atividades ficaram mais fáceis com a utilização do aplicativo:
 Sim () Não
Justifique *Sim, pois com mais facilidade é possível*

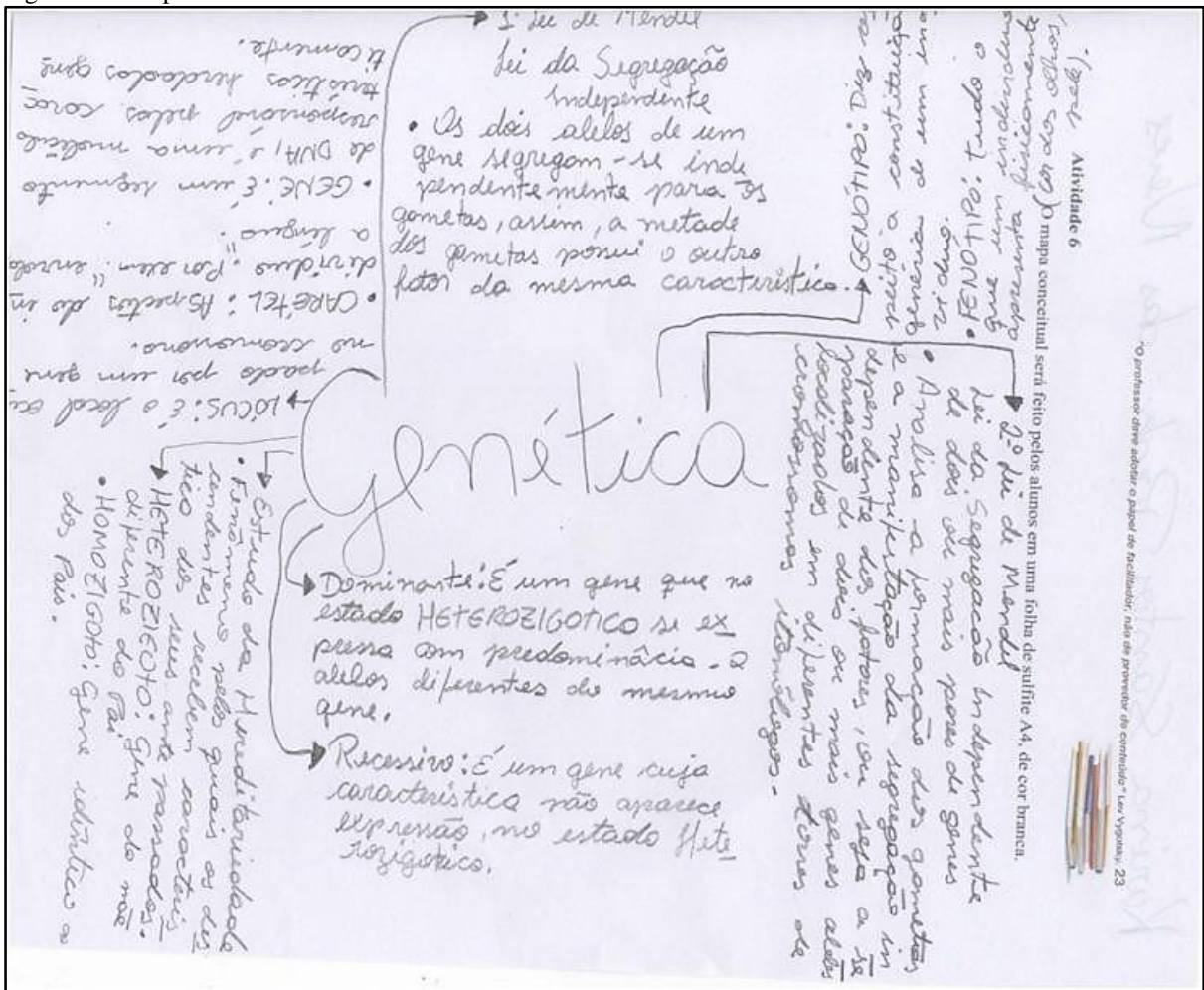
(com o aplicativo) fica de um modo mais interativo e possível de entender as atividades e não como antes. Não cria mais dúvidas e confusões, além de ser mais fácil com que e mais fácil de entender tudo no todo no geral.

Fonte: Pesquisa, 2023.

Quando questionados sobre: “As atividades ficaram mais fáceis com a utilização do aplicativo? Justifique”. Na totalidade dos alunos, as respostas foram sim. O estudante 1 respondeu que ficou mais fácil porque pode-se escolher os gametas, e o aplicativo realiza o cálculo da porcentagem. O estudante 2 respondeu que fica mais interativo e prático o ensino, mas ressaltou as atualizações.

De modo geral, o aplicativo foi bem aceito. A aula ficou mais dinâmica e interativa, facilitou em muito a compreensão e, portanto, houve indícios de aprendizagem significativa pelos estudantes. E para finalizar o décimo encontro, confeccionaram o mapa mental, usando como base a palavra Genética, conforme Figura 48.

Figura 48 - Mapa Conceitual



Fonte: Pesquisa, 2023.

Conforme a Figura 49, o estudante 1 teve seu foco nos conceitos básicos da genética, mas isso não significa que sua aprendizagem relativa à probabilidade não tenha sido satisfatória. De maneira geral (Figura 50), o estudante 2 focou nos conceitos sobre genética. Mas, como se pode observar, nos estudantes 1 e 2 o Quadro de Punnett também apareceu em 2/3 dos estudantes da turma, demonstrando, assim, que o uso do aplicativo foi significativo na aprendizagem e para a compreensão significativa do monoibridismo e diibridismo.

Figura 49 - Atividade do estudante 1

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotky, 23

Atividade 6
O mapa conceitual será feito pelos alunos em uma folha de sulfite A4, de cor branca.

Genética de Mendel

O experimento realizado por Mendel envolvia ervilhas.

Esse experimento evidenciou a fertilização artificial, e fez com que descobertos os genes dominantes e recessivos.

Mendel desenvolveu um método para prever a característica dos ervilhas através de uma tabela.

Ex: 1: AA, 2: aa

X	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

Essas letras representam uma característica do ser vivo. No caso das ervilhas, o A é o gene dominante para a coloração verde e a para a coloração amarela recessiva.

jogando os genes na tabela é possível fazer uma previsão sobre a coloração

Fonte: Pesquisa, 2023.

Figura 50 - Atividade do estudante 2

"O professor deve adotar o papel de facilitador, não de provedor de conteúdo" Lev Vygotky, 23

Atividade 6
O mapa conceitual será feito pelos alunos em uma folha de sulfite A4, de cor branca.

Alto: ocorre quando vários pares de genes interagem para determinar uma característica. Genótipo é chamado Herança Poligênica.

Genética: É a ciência responsável por estudar os mecanismos de hereditariedade, ou seja, os processos envolvidos na transmissão de informações de um organismo para outro.

Genética é a composição genética formada em um indivíduo que foram herdada de seus pais.

	Aa	aa
Bb	AaBb	aaBb
bb	Aabb	aa bb

Fonte: Pesquisa, 2023.

Por fim, além das análises apresentadas durante as descrições dos encontros, entende-se que ocorreram indícios de aprendizagem significativa, comprovando a eficácia da UEPS; como também, sua importância no campo cognitivo, onde foi possível verificar os indícios de aprendizagem dos conceitos de hereditariedade, cruzamento dos gametas e o cálculo de probabilidade de monohibridismo e dihibridismo. Essas constatações podem ser observadas nas análises descritas a seguir.

Na situação em que “o estudante respondeu que era mais fácil porque podemos escolher os gametas, e o aplicativo realiza o cálculo da porcentagem” percebe-se que o aplicativo tem como vantagem o seu uso direcionado ao cálculo de probabilidades, no cruzamento de gametas, quando comparado ao método tradicional de utilização do Quadro de Punnett. Assim, como na situação em que o estudante responde “que fica mais interativo e prático o ensino, mas ressalta as atualizações”, tais atualizações foram sugeridas, conforme o Diário de Bordo (2023), do dia 30/06/2023.

Nesta data, alguns estudantes relataram a dificuldade de perceber as regras do Quadro de Punnett, em relação às letras utilizadas, pois o aplicativo tem somente a letra A e B (maiúscula) e a letra a e b (minúsculas). Portanto, quando houver necessidade do uso de outras letras, isso poderia confundir. Também, perguntaram por que o aplicativo não possuía outras formas de cruzamento, como alelos múltiplos e, principalmente, tipagem sanguínea.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aulas tradicionais, com a utilização de materiais de apoio, tais como vídeos e exposição dos conteúdos propostos como forma de ensino-aprendizagem, ainda é uma realidade na maioria das salas de aula. Porém, apesar de muitas vezes criticadas, os métodos tradicionais podem ser úteis na sistematização dos conteúdos. Entretanto, essa metodologia não pode e não deve ser a única utilizada como forma de ensino-aprendizagem. Apesar de não se ter um consenso acerca do melhor método a ser implementado em sala de aula, tudo é passível de experimentação e aprendizado. Mas, o principal é saber reconhecer a necessidade de se repensar a prática pedagógica para enfrentar os desafios e obstáculos educacionais que uma sala de aula apresenta ao ensino.

Como se pôde perceber, por meio de fotos da escola e coleta de dados onde o estudo foi realizado, houve dificuldades que ultrapassam os muros escolares, mas que, por interesse e boa vontade dos estudantes, foram superados no desenvolvimento desta pesquisa, a qual buscou compreender em que medidas uma sequência didática, na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa pode contribuir, e muito, para a aprendizagem.

Nesse sentido, a proposta da UEPS foi potencialmente significativa para o ensino na unidade educacional escolhida, uma vez que facilitou a análise, investigação e compreensão da revisão sistemática dos conceitos sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e os cálculos de probabilidade de monoibridismo e diibridismo envolvendo as temáticas.

Ademais, o aplicativo “Quadro de Punnett” foi desenvolvido para facilitar o cálculo da probabilidade da maioria das atividades, pois está dividido em telas com os conceitos monoibridismo e diibridismo, onde apresenta o resultado do cruzamento dos gametas, e botões para telas dos cálculos de porcentagem.

Desta forma, com base nas análises, verificou-se que houve um interesse progressivo na continuidade dos conteúdos. O uso do aplicativo e ideias de como melhorá-lo também foram sendo apresentadas em várias outras situações.

Sobre a UEPS, observa-se, também, melhoria dos estudantes, quanto à participação, durante as aulas, e a interação com seus colegas, onde demonstraram bastante entusiasmo e colaboração em tudo que foi proposto.

Assim, destaca-se a importância da problematização significativa, onde o estudante reconhece a sua realidade, como forma de instigá-los na busca por respostas. Sua proposta, na forma de situações-problema envolvendo temas polêmicos como hereditariedade e cruzamento de gametas, fez com que os estudantes repensem os preconceitos arraigados no contexto

familiar. A organização do conhecimento foi outra etapa que se destacou na sequência didática, especialmente por recorrer a diferentes estratégias didáticas. A dinamização das aulas, por meio dessas estratégias, oportunizou o envolvimento dos estudantes com o objetivo de estudo.

Portanto, novas perspectivas se abrem e se mostram pertinentes de estudos futuros, tais como a aplicação do aplicativo e a sua divulgação a professores da região, que facilitaria a maioria das atividades relacionadas à hereditariedade, cruzamento dos gametas e os cálculos de probabilidade de monoibridismo e diibridismo envolvendo as temáticas.

REFERÊNCIAS

- AGAMME, Ana Luiza Dias Abdo. *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. 2010. 80 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.
- ALBINO, Ângela Cristina Alves; SILVA, Andréia Ferreira da. BNCC E BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. *Retratos da Escola*, Brasília, v. 13, n. 25, p. 137-153, 2019.
- AMORIN, Laura. *Como fazer um mapa mental*. O Geekie, 20 jul. 2018. Disponível em: <<https://geekiegames.geekie.com.br/blog/como-fazer-um-mapa-mental/>>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen César. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, Mossoró, v. 4, n. 12, p. 531-541, nov. 2018.
- ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen César. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, Mossoró, v. 4, n. 12, p. 531-541, nov. 2018.
- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Rio de Janeiro: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BASTOS, Fernando. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, Roberto (Org.). *Questões atuais no Ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998.
- BOCK, Ana Mercês Bahia; TEIXEIRA, Maria de Lourdes Trassi; FURTADO, Odair. *Psicologias: uma introdução ao estudo da Psicologia*. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- BRASIL, Ministério da Educação e Desporto. Secretaria De Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Documento Introdutório*. Brasília: MEC, 1997.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC): educação é a base*. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas*. Parecer CNE/CES N 1301/2001, de 6 de novembro.

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BUENO, Vilma Cândida. *Modelagem matemática: quatro maneiras de compreendê-la*. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

CARDOSO, Vívica Lúcia Juvino de Lemos. *Aplicativos para smartphone em aulas de genética no ensino médio: caracterização e proposta de uso pelo método investigativo*. 2020.

DEMO, Pedro. *Aprender Bem/Mal*. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

FÁVERO, Altair Alberto; GABOARDI, Ediovani Antônio. (Coord.). *Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas*. 5. ed., rev. e ampl. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008.

FREITAS, Deisi Sangoi; SILVA, Grazielle Baldoni. Genética numa perspectiva cultural. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 1; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 3, 2005, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. *Fascínio da técnica, declínio da crítica: um estudo sobre a prova rigorosa e a formação do professor de Matemática*. 1995. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. O escrito e o Oral: uma discussão inicial sobre os métodos da História. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 5, n. 1, p. 27-35, 1998.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. On the contribution of the qualitative research based on Phenomenology to the scientific practice of Mathematics Education. In: MALARA, Nicolina (Org.). An international view on didactics of mathematics as A scientific practice, 8, 1998, Modena, Itália. *Anais...* Modena, Itália: University of Modena, 1998.

HIDALGO, Victor Rendon. *Uso de modelos didáticos para o ensino de genética básica*. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2016.

IUNES, João Paulo. *Mapas Mentais para Aprender a Aprender*. 2022. Disponível em: <<https://colaborae.com.br/blog/2022/05/05/mapas-mentais/>>. Acesso em: 11 set. 2022.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; SOARES, Maria Amélia Menck; FERLA, Marcio Ricardo; SANTOS, Nilce Aparecida. Proposição de modelo pedagógico de molécula de DNA. *Revista Arquivos do Mudi*, v. 12, n. 2, p. 69-72, 2008.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. *Biologia Hoje*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

LEAL, Lidiane Alves. *Propostas didático metodológicas para o ensino de genética no Ensino Fundamental*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

LUCKESI, Cipriano Carlos. *Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico*. São Paulo: Cortez, 2011.

MORAES, Paula Louredo. *Lei de Mendel*. 2022. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/lei-mendel.htm>>. Acesso em: 15 maio 2022.

MOREIRA, Marco Antônio, MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. *A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002.

NUSSBAUM, Robert L.; MCINNES, Roderick R.; WILLARD, Huntington F. *Genética Médica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.

PALANGANA, Isilda Campaner. *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social*. 3. ed. São Paulo: Summus, 2001.

PAVAN, Laurentina. *A aplicação de jogos didáticos no Ensino da Genética: uma revisão bibliográfica*. 2014. 51 f. Monografia (Especialização em Genética para professores do Ensino Médio) - Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2014.

PEREIRA, Alba Flora. *Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos*. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

PERRENOUD, Philippe. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

PIERI, Helena da Glória. *Abordagem do conteúdo “ondas” no Ensino Médio na perspectiva CTS estruturada a partir dos três momentos pedagógicos*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

SAI, Luiz Henrique. *Expressões algébricas e genética: uma troca de olhares*. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

SANTOS, Cynthia Ranyelle da Silva. *Ensino dos conhecimentos básicos de Genética para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Maceió: contribuições da Pedagogia histórico crítica e da Psicologia histórico cultural*. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

SANTOS, Paulo Rafael dos. *Mapas Mentais como instrumento avaliativo*. Lorena, SP: Ed dos Autores, 2023.

SCHMITT, Stéphane. *Aux origines de la biologie moderne: L'anatomie comparée d'Aristote à la théorie de l'évolution*. Paris: Ed. Belin, 2006.

SOUSA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. *Pesquisa e Debate em Educação*, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

SOUZA, Paulo Roberto Eleutério de; SILVA, Hildson Dornelas Angelo da; LEITE, Fernanda Cristina Bezerra; MAIA, Maria de Mascena Diniz; GARCIA, Ana Cristina Lauer; MONTES, Martín Alejandro. *Genética Geral para Universitários*. Recife: EDUFRPE, 2015.

SOUZA, Vanderlei Sebastião de; DORNELLES, Rodrigo Ciconet; COIMBRA JÚNIOR, Carlos Everaldo Alvares; SANTOS, Ricardo Ventura. História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *História, Ciências, Saúde*, Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 675-694, abr./jun., 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/z44CWRB44q4BQtj9QDZzRPP/#>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

STANSFIELD, Willian D. *Genética: resumo da teoria, 500 problemas resolvidos*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974.

STOKHOF, Harry; VRIES, Bregje de; BASTIAENS, Theo; MARTENS, Rob. Using mind maps to make student questioning effective: learning outcomes of a principle-based scenario for teacher guidance. *Research in Science Education*, v. 50, n. 1, p. 203-225, fev. 2020.

WILLIAM, Bateson. *Materials for the study of variation: treated with special regard to discontinuity in the origin of species*. Cambridge: Cambridge University Press 1894.

WITTER, Geraldina Porto; LOMÔNACO, José Fernando Bitencourt. *Psicologia da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1984.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ANEXO A - Termo de Autorização da Escola

**Escola Estadual de Ensino
Fundamental e Médio Rio Branco**
R. Rafael Vaz e Silva, 1250 - Nossa Sra. das Graças,
Porto Velho - RO, 76848-000
(69) 3224-5936

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

Eu JOSE NILTON FROTA PEREIRA, diretor(a) da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Rio Branco, autorizo o(a) discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM da Universidade de Passo Fundo, MARIA DORALICE DA SILVA, a realizar a pesquisa intitulada “ENSINO DO CÁLCULO DE PROBABILIDADE EM GENÉTICA PARA O CRUZAMENTO DAS GAMETAS UTILIZANDO O QUADRO DE PUNNETT E APLICATIVO”, que será desenvolvida na escola”, no período de Maio de 2023 a Julho de 2023.

Porto Velho - RO, 23/04/2023.

JOSE NILTON FROTA PEREIRA

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE)



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **“Ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas utilizando o quadro de Punnett e aplicativo”**, de responsabilidade da pesquisadora Maria Doralice da Silva e orientação do Dr. Juliano Tonezer. Esta pesquisa apresenta como objetivo: Propor estratégias de ensino que permitam aos estudantes, compreender de maneira mais clara o cruzamento dos gametas utilizados os cálculos de probabilidades com o Quadro de Punnett e com o uso de um aplicativo didático. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 encontros no componente curricular: Ciências da Natureza e suas tecnologias; disciplina de Biologia, no espaço da escola e envolverá gravações de áudio/vídeo gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora e com o orientador do trabalho, Dr. Juliano Tonezer pelo e-mail tonezer@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br. Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Passo Fundo, 23 de abril de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do Estudante

Assinatura dos responsáveis

ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**Ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas utilizando o quadro de Punnett e aplicativo**”, de responsabilidade da pesquisadora Maria Doralice da Silva e orientação do Dr. Juliano Tonezer. Esta pesquisa apresenta como objetivo: Propor estratégias de ensino que permitam aos estudantes, compreender de maneira mais clara o cruzamento dos gametas utilizados os cálculos de probabilidades com o Quadro de Punnett e com o uso de um aplicativo didático. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 encontros no componente curricular: Ciências da Natureza e suas tecnologias; disciplina de Biologia, no espaço da escola e envolverá gravações de áudio/vídeo gravações dos encontros, entrevistas/aplicação de questionários/coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho, Dr. Juliano Tonezer pelo e-mail tonezer@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br. Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Passo Fundo, 23 de abril de 2023.

Pesquisadora: Maria Doralice da Silva