



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Mestrado em Ensino de Ciências

MELISSA DA SILVA ESCOBAR DE CARVALHO

APROPRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA GENÉTICA

MENDELIANA: POSSIBILIDADES E LIMITES

DETERMINADOS PELA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Campo Grande-MS

2018



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MELISSA DA SILVA ESCOBAR DE CARVALHO

APROPRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA GENÉTICA

MENDELIANA: POSSIBILIDADES E LIMITES DETERMINADOS PELA

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Vera de Mattos Machado

Campo Grande - MS

2018

MELISSA DA SILVA ESCOBAR DE CARVALHO

**APROPRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA GENÉTICA MENDELIANA:
POSSIBILIDADES E LIMITES DETERMINADOS PELA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Dr^a Vera de Mattos Machado (orientadora)
Universidade Federal de Mato Grosso

Prof^o Dr^o João Mianutti
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Prof^a Dr^a Ester Tartarotti
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a Dr^a Ângela Maria Zanon
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande, ____ de _____ de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Grande Energia que rege o Universo, que fez de mim pequenino grão substancial, merecedor dessa enorme responsabilidade que é fazer parte dessa bonita empreitada que é a vida.

Agradeço a minha mãe, uma Grande Maria, mulher corajosa, honesta, batalhadora cuja inteligência e grande perspicácia fez brotar dentro do meu peito o grande apreço pelos estudos e a preocupação e responsabilidade que nossa classe de professores carrega como bandeira. Dedico este trabalho inteiramente a ela, pois foi em suas frases, somente presentes em minha memória, que eu me amparava nos momentos de maior aflição. Mãe, a saudade que sinto de você é enorme!

Agradeço a meu querido pai que como muito empenho e amor me orientaram quanto à necessidade da disciplina em todos os âmbitos da vida.

Aos meus filhos, tesouros nessa vida. Almas que compartilham comigo a oportunidade de vivenciar e experienciar a maternidade. Filhos que tiveram que desenvolver paciência extrema, pois a mãe deles na maioria das vezes ausentou-se enquanto realizava a concretização de um sonho pessoal.

Agradeço particularmente aos amigos e parceiros da direção e coordenação da Escola Estadual José Antônio Pereira, Danilo, Fernando e Rejane, vocês foram essenciais na concretização desse trabalho, foram ombro, colo e força apaziguadora nos momentos mais importantes.

Agradeço aos meus queridos alunos sem a boa vontade e disponibilidade de vocês este projeto não teria saído do mundo das ideias.

Agradeço a querida Professora Vera de Mattos Machado que aceitou ser minha orientadora, e me inundava de esperanças e ideias.

RESUMO

O interesse pelo tema surgiu ao percebermos a dificuldade dos professores regentes de Biologia, das escolas integrantes da Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul, em trabalhar com esse tema tão complexo- a Genética Mendeliana. A pesquisa tem o foco em analisar as contribuições de uma sequência didática (SD) criada através de dificuldades diagnosticadas a partir da aplicação de um questionário referente à Genética Mendeliana em uma sala de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Campo Grande em Mato Grosso do Sul. O estudo contou com a participação inicial de 30 estudantes, que responderam prontamente. Diante desse cenário, a pesquisa ancora-se na abordagem qualitativa e a fundamentação teórica será baseada em Paulo Freire e Humberto Maturana que mesmo com diferentes origens quanto às escolas filosóficas aproximam-se no estudo de temas como diálogo, autonomia, conhecimento e política. Essa perspectiva possibilita reflexões e aprendizagem, pois eles propõem um novo olhar para a educação, no qual o respeito para consigo mesmo e o outro se torna realidade. Os dados obtidos em todas as etapas da pesquisa serão avaliados qualitativamente segundo a Análise de Conteúdo. A obtenção dos dados ocorreu em duas etapas: 1) Aplicação de um questionário; 2) Elaboração de uma Sequência Didática (SD) baseada nas eventuais dificuldades elegidas no questionário. Avaliamos que a presente pesquisa colaborou com a aprendizagem dos alunos participantes, proporcionando momentos de reflexão crítica sobre conceitos ora apreendidos e absorvidos de forma mecânica e superficial. E que através da vivência durante a participação de fases como a resolução do questionário e a experiência da SD, elucidaram que certos conceitos devem estar bem fundamentados para que a resolução de exercícios pertinentes a essa temática se fundamente como uma bagagem positiva para esses alunos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Resolução de Problemas; Sequência didática.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the contribution of a Didactic Sequence created through difficulties diagnosed from the application of a questionnaire referring to Mendelian Genetics in a class of 3rd year of High School. The interest for the theme arose when we perceived the difficulty of the biology teachers from schools belonging to the Education Department of Mato Grosso do Sul, in working with this very complex subject of great importance. The study counted on the participation of the 30 students at first, whom answered promptly. Considering this scenario, the research is anchored in the qualitative approach and the theoretical foundation will be based on Paulo Freire and Humberto Maturana that even with different origins as philosophical schools approach themselves in the study of subjects such as dialogue, autonomy, knowledge and politics. Data construction took place in two stages, characterized as follows: step 1) Application of a questionnaire step 2) Elaboration of a Didactic Sequence based on the eventual difficulties chosen in the questionnaire. This perspective enables reflection and learning, as they propose a new look at education, in which respect for oneself and the other becomes reality. The data obtained in all stages of the research will be evaluated qualitatively according to the Content Analysis. We evaluated that the present research collaborated with the learning of the participating students, providing moments of critical reflection on concepts learned and absorbed mechanically and superficially. And that through the experience during the participation of phases such as the resolution of the questionnaire and the experience of the Didactic Sequence, elucidated that certain concepts must be well founded so that the resolution of exercises pertinent to this theme is based as a positive baggage for these students.

Keywords: Science Teaching; Troubleshooting; Following teaching.

MEMORIAL

Nasci em uma família de professores, com mãe, pai, irmã e tios atuando no magistério. Talvez por causa disso, sempre dialogasse de forma harmoniosa com a educação, como ambiente escolar. A escola sempre foi meu segundo lar desde que me entendo por gente. Fui alfabetizada muito cedo em casa mesmo e nunca apresentei problemas muito graves quanto ao estudo. Meus anos de educação básica foram tranquilos, ou seja, dentro do que se espera alcançar.

Prestei o meu primeiro vestibular na área da saúde (fisioterapia), porém o curso era no estado de São Paulo. Pela pouca idade que tinha na época, meus pais decidiram que eu iria fazer um curso aqui mesmo em Campo Grande, minha cidade natal. No ano de 1987, prestei o vestibular para a Faculdades Unidas Católicas de Mato Grosso (FUCMAT) para o curso de Ciências Biológicas e passei. Foi aí que a Biologia entrou na minha vida. No início, admito, não estava muito satisfeita, mas com o passar dos semestres, o curso foi me cativando cada vez mais. As práticas pedagógicas e a didática utilizada pelos professores me motivaram. Concluí o curso em 1991 e após três anos casei e tive meu primeiro filho. A partir daí, começou um período de dedicação à maternidade.

Em 1997, meu filho agora com três anos e confesso que a vida de dona de casa já me causava inquietação, quando surgiu uma oportunidade de trabalho em uma instituição particular de ensino, fiz a entrevista e encontro-me trabalhando nela até hoje.

Em 2010, prestei concurso para o quadro efetivo de professores da Educação Básica de Mato Grosso do Sul e assumi salas de ensino fundamental e ensino médio. Em 2013, passei em um novo concurso, assumindo salas de ensino médio.

Desde minha formação acadêmica até a atualidade, passaram-se quase 25 anos. Esses foram os anos que releguei para segundo plano o desejo de ingressar em um programa de mestrado, pois a vida cotidiana e familiar mostrou-se por força das circunstâncias maior contundência.

Mas nunca é tarde para realizar os sonhos, talvez, por isso, numa bela manhã de sexta-feira, do ano de 2015, durante uma conversa informal com um colega no intervalo das aulas, surgiu a idéia de que eu pudesse iniciar o mestrado, por meio da modalidade de aluno especial. No momento, não tive muitas

esperanças, pois eu já era considerada uma professora “mais velha”. Mas mesmo com toda a conjuntura “tramando contra” fui lá e fiz a inscrição. Foi muito emocionante, o momento em que vi meu nome como aceita pela disciplina e pela professora orientadora. A princípio, não acreditei!

A partir desse momento foi com muita alegria e entusiasmo que participei das aulas. Tudo era novidade, a linguagem rebuscada dos textos, os colegas bem mais jovens do que eu, os professores com suas visões e propostas inovadoras, a apresentação de aulas com extrema competência, ou seja, mergulhei de cabeça no universo do programa de mestrado.

Cheguei à conclusão de que a proposta do mestrado em Ensino de Ciências era bem interessante, visto que além de buscar novas contribuições, através de recursos pedagógicos, que favoreciam o ensino-aprendizagem do aluno; também possibilitaria aplicar, discutir, publicar resultados e discussões de pesquisas realizadas para o crescimento de diversos pesquisadores no ensino de Biologia.

Em todos esses anos de magistério estive imersa no mundo dos jovens e de crianças com seus anseios, curiosidades e dúvidas tão pertinentes à idade. E cada vez mais nessa prática educacional, a meu ver, torna-se necessária uma maior fundamentação teórica e uma visão global da epistemologia científica que subsidie o exercício da profissão, visando a formação de estudantes mais críticos e voltados de forma generalizada tanto para compromissos no âmbito social, político e ambiental. Portanto, essa amplitude de conhecimento será objetivada com a experiência que só um curso de pós-graduação em nível de mestrado pode oferecer.

Foi numa matéria que fiz como aluna especial no programa de mestrado que me vi deslumbrada com Humberto Maturana e todas as suas percepções sobre o que é o viver e, ao mesmo tempo, com suas explicações sobre como ocorre a fenomenologia observada no constante vir-a-ser dos seres vivos no domínio de sua existência. E, também, sua visão da epistemologia do conhecimento que nos leva a reflexão sobre as relações humanas em geral, sobre a linguagem e o processo cognitivo em particular.

O vislumbamento baseou-se na sensação de constatação, pois eu já sentia a educação dessa forma, embora de forma instintiva. Tomar conhecimento de suas ideias me deixou numa região mais aconchegante por um lado e me trouxe a necessidades de algumas desconstruções perante a responsabilidade com meus

alunos. E como diz Maturana, abordar o ato cognitivo tem sempre a ver com a indicação de algo externo ao sujeito.

Hoje meu sentimento de pertencimento desse universo é verdadeiro. Meus colegas me acolheram, meus professores me tratam como deve ser tratado qualquer aluno e minha orientadora realmente me assegura que devo pesquisar, trazer resultados e que através de sua cobrança eu faça sempre o melhor como um pesquisador, com seus medos, anseios e tentativas de responder dúvidas e perguntas, levantando hipóteses e chegando a conclusões.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gregor Mendel	21
Figura 2 - Cruzamentos realizados por Mendel.....	22
Figura 3 - Genialidade de Mendel.....	24
Figura 4- Quadro de Punnett.....	29
Figura 5- Quadro de Punnett.....	30
Figura 6 - Quadro de Punnett.....	31
Figura 7- Cruzamento entre ervilhas de sementes lisas e amarelas	32
Figura 8- Passos-Análise de Conteúdo	62
Figura 9- Estrutura da SD adotada na presente dissertação	70
Figura 10- Alunos realizando os cruzamentos hipotéticos durante a quarta etapa da SD.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Termos básicos.....	25
Quadro 2- Etapas/Procedimentos utilizados.....	67
Quadro 3 - Categorias/Respostas dos alunos.....	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 O CONSTRUCTO TEÓRICO MENDELIANO E AS PESQUISAS NA AREA DE ENSINO.....	21
1.1. UM BREVE HISTÓRICO DA GENÉTICA MENDELIANA.....	21
1.1.1 A GENIALIDADE DE MENDEL	24
1.1.2 CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS EM GENÉTICA.....	25
1.	25
1.	25
1.	25
1.	25
1.	25
1.	25
1.1.3 A PRIMEIRA E A SEGUNDA LEI DE MENDEL.....	26
1.1.4 O QUADRO DE PUNNETT	29
1.1.5 QUADRO DE PUNNETT E A SEGUNDA LEI DE MENDEL	31
2.1.5 A IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA NO CONTEXTO ATUAL.....	32
1.1.6 A GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA RESPONSABILIDADE NA FORMAÇÃO ÉTICA E CIDADÃ	34
1.1.7 O CURRÍCULO NACIONAL PARA O ENSINO MÉDIO E SUAS ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE GENÉTICA.....	36
1.1.8 OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS AO ENSINO DE GENÉTICA A NÍVEL MÉDIO	40
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	43
2.1 A EPISTEMOLOGIA DE HUMBERTO MATURANA: NEUROAPRENDIZAGEM	43
2.2 A CONCEPÇÃO EDUCACIONAL DE PAULO FREIRE	49
2.2.1 EDUCAÇÃO ANTIDIALÓGICA: CONCEPÇÃO BANCÁRIA DA EDUCAÇÃO	52
2.2.2 A PROBLEMATIZAÇÃO COMO BUSCA DO DIÁLOGO NA PRÁTICA EDUCATIVA.....	54

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA	58
3.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	58
3.2 PARTICIPANTES E CONTEXTO DA PESQUISA	64
3.3 PROCEDIMENTO PARA A PRODUÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA	64
3.3.1 ELABORAÇÃO DE DADOS SOBRE O REFERENCIAL CURRICULAR	65
3.3.2 PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE DADOS DA SD	66
3.4 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	68
3.4.1 SD SOBRE GENÉTICA MENDELIANA	69
3.4.2 ETAPAS/ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	71
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO	77
4.1.1 Análise dos dados da SD	84
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
APÊNDICES	113
APÊNDICE A – CARTA DE AUTORIZAÇÃO ENTREGUE À ESCOLA	113
APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO	114
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	116
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO	117
APÊNDICE E – SUBMISSÃO REVISTA	122

INTRODUÇÃO

O debate atual sobre como é o ensino e a aprendizagem deve ser pauta para a configuração do currículo escolar do ensino fundamental e ensino médio, de forma a permitir que a escola desempenhe adequadamente seu papel na formação de seus alunos. Inclusive, tendo em vista que o ensino deve qualificar os alunos a terem uma visão de mundo e como atuar nele, assim como de interferir no modo como as pessoas interagem e se relacionam (MORAES, 2001).

Nesse sentido, toda aprendizagem deve ter sentido para que se tenha um bom aproveitamento no cotidiano do aluno, visando a sua realidade vivida sem deixar de ser um processo contínuo. Para tanto, é necessário que o currículo escolar propicie as correlações necessárias para uma contextualização entre os conhecimentos científicos e o mundo.

Dentre os conhecimentos científicos que fazem parte do currículo escolar brasileiro, na área das Ciências Biológicas, a Genética apresenta-se em debate permanente na mídia, com assuntos que deixam a sociedade ora com certezas ora com dúvidas sobre os aspectos que a envolvem. O fato é que a genética engloba uma ampla gama de assuntos, desde a hereditariedade até os transgênicos, com destaque ao projeto genoma, a clonagem e a revolucionária utilização das células tronco.

Diante disso, ressaltamos que o currículo escolar brasileiro, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000), estabelece que os conceitos fundamentais para a compreensão da Genética e da ocorrência da hereditariedade são: os de estrutura e composição do material genético, a explicação do processo de síntese proteica e suas relações com as características dos seres vivos e a identificação e descrição dos processos de reprodução celular.

Os PCNEM (BRASIL, 2000) orientam que é preciso que o aluno relacione os conceitos e processos com as tecnologias de clonagem, engenharia genética e outras ligadas à manipulação do ácido desoxirribonucleico (DNA); a partir daí, desenvolva uma análise crítica das ações humanas, para identificar os aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção do saber científico e tecnológico e suas utilizações.

Dessa forma, o aluno se transporta de um cenário especificamente científico e teórico para um contexto em que estão envolvidos muitos aspectos da vida humana (REIS et al., 2010).

Importante lembrar que com a evolução das descobertas no campo da genética, o tema torna-se cada vez mais abordado, tanto em periódicos de grande relevância científica quanto em noticiários diários.

Para Agamme (2010), com relação aos PCNEM (BRASIL, 2000), esse é um dos grandes desafios enfrentados pelos profissionais responsáveis pela disciplina de Biologia, pois os meios de comunicação, como televisão, jornais, revistas e internet, constantemente divulgam temas relacionados à genética, de forma superficial; sendo que fica sob a responsabilidade do professor possibilitar que o aluno relacione estes conhecimentos com os conceitos biológicos básicos.

Comparada a outros tópicos da Biologia, a Genética possui uma literatura bastante considerável, como por exemplo, as pesquisas sobre Engenharia Genética¹ - e *epigenética*².

Diante do exposto, observamos que com relação ao ensino de Genética, o foco das pesquisas ocorre de forma a se compreender como o desenvolvimento de formas variadas de ensino pode levar a melhor compreensão desse conteúdo (PAIVA; MARTINS, 2005). Logo, torna-se importante avaliar o processo de ensino e aprendizagem de Genética nas escolas, a fim de se perceber quais são os seus limites e possibilidades, além de como relacionar este conteúdo com o cotidiano dos alunos.

Assim, na opinião de Audino (2006), trabalhar com o cotidiano ajuda a transformar a educação tornando os alunos mais motivados na participação em sala de aula e servindo como norteador da prática pedagógica, além de auxiliar a contextualização do estudo de determinados conceitos e a compreensão dos fenômenos e processos que nos rodeiam.

Deve-se ter em mente que o conhecimento cotidiano está no contexto de cada indivíduo. Conforme Morin (2003), deve-se utilizar o que o conhecedor sabe

¹ conjunto de tecnologias, baseadas na tecnologia do DNA recombinante, utilizadas para alterar a composição genética de um ser vivo, incluindo o isolamento, a manipulação e a transferência de genes intra e interespecíficos para produzir organismos novos ou melhorados, e a biotecnologia

² epigenética é definida como modificações do genoma que são herdadas pelas próximas gerações, mas que não alteram a sequência do DNA.

sobre o mundo, pois o conhecimento é sempre uma tradução seguida de uma reconstrução.

Por consequência, ao mobilizarmos os conhecimentos dos alunos, trazemos esta diversidade cultural para dentro da sala de aula e cada indivíduo tem a oportunidade de aprender com a experiência e vivência do outro, tornando-se um ambiente de troca, construção e reconstrução de ideias.

Nesse mesmo sentido, Freire (1996, p. 63) lembra que “não se deve partir do conceito para entender a realidade, mas sim partir da realidade para, através do conceito, compreender a realidade”. Na visão de Freire, a importância da aprendizagem é assumidamente política, onde o diálogo é o elemento chave para que o professor e o aluno sejam sujeitos atuantes. O objetivo maior da educação é conscientizar o aluno em relação aos mais desfavorecidos, levando-os a agir a favor de sua libertação e propondo uma conscientização de sua condição social e econômica (FREIRE, 1996).

Para Freire (1996), a educação deveria levar o aluno à inquietação e com isso buscar novos conhecimentos, contrário à educação praticada pela maioria das escolas, denominada como educação bancária, onde no processo de ensino-aprendizagem o professor só deposita conhecimento e informações nos alunos, que são receptores -. Ainda segundo Freire (1996, p.47), “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Ou seja, a educação não é uma simples transmissão de conhecimento, ela vai além, tornando-se um processo que dá suporte e permite ao aluno criar e experimentar o conhecimento e o aprendido. Dessa maneira, o conteúdo e o ensino se tornam guias e ferramentas para que os estudantes construam o seu conhecimento por meio da resolução de problemas e formulação de hipóteses, valorizando os conteúdos e vivências anteriores de cada um.

Diante dessa constatação, uma possibilidade para criar as condições para o aluno construir conhecimentos em processo de ensino e aprendizagem, seria por meio de atividades com elaboração de Resolução de Problemas (RP) dentro de uma lógica sequenciada, que permita a compreensão dos conceitos estudados. Neste caso, podemos apontar o trabalho com Sequências Didáticas.

O termo Sequência Didática (SD) surgiu em 1996, nas instruções oficiais para o ensino de línguas na França, quando pesquisadores viram a necessidade de

superação da compartimentalização dos conhecimentos, no campo do ensino de línguas. Para Dolz e Schneuwly (2004, p.53), as SD “[...] procuram favorecer a mudança e a promoção dos alunos a uma melhor mestria dos gêneros e das situações de comunicação”. Ainda para os mesmos autores, elas devem ser compreendidas como um conjunto de atividades planejadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito.

Desse modo, entre as ações de uma SD estão as atividades de escuta, leitura, escrita e reescrita de textos (análise linguística), superando os limites da gramática normativa: “[...] esse dispositivo didático contribui para uma conscientização à necessidade de repensar o ensino e a aprendizagem da escrita e numa perspectiva que ultrapassa a decodificação de fonemas, grafemas, sintagmas, frases, indo em direção ao letramento (que implica a aquisição da leitura e escrita)” (NASCIMENTO, 2009, p. 68).

Sequência Didática (SD), segundo Zabala (1998), é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com princípio e fim determinados, tanto pelo docente, quanto pelo estudante. Este tipo de recurso didático, ajuda o docente a problematizar conhecimentos científicos em poucas aulas, nele o aluno estudará e discutirá um determinado tema de forma aprofundada.

O uso da SD, como um novo mecanismo pedagógico, propicia a organização curricular e permite a utilização de situações reais do cotidiano, pois parte da problematização, levando o estudante a observar e confrontar o seu conhecimento prévio com as novas informações que lhe são apresentadas (SILVA e BEJARANO, 2013; MAROQUIO et al, 2015).

Com base no que foi exposto até o momento, objetivamos com a presente pesquisa analisar como os alunos de uma turma de 3º ano do Ensino Médio se apropriam de conhecimentos de Genética Mendeliana para resolver problemas, por meio de uma Sequência Didática.

De forma geral, nossa pesquisa investigou aspectos da relação entre RP e a aplicação de conceitos em Genética Mendeliana por alunos do Ensino Médio em uma escola pública estadual de Mato Grosso do Sul (MS), por meio de uma SD.

A RP foi abordada nessa pesquisa segundo a visão de Freire e Maturana e esse diz que, tendo como base a constructo que o levou ao conceito da autopoiese e os estudos sobre o sistema nervoso e sobre a percepção, Maturana propôs que não

é o meio que determina a experiência, pois “[...] O sistema nervoso funciona com correlações internas” (2006, p. 24).

Para o referido autor, da mesma forma que os seres vivos, o meio – que constituem o entorno em que os seres se realizam e interagem – é dotado de uma dinâmica estrutural distinta daquela que caracteriza os seres vivos. E, nesse sentido, afirmam que “[...] as mudanças que resultam da interação entre o ser vivo e seu meio são desencadeadas pelo agente perturbador, mas determinadas pela estrutura do sistema perturbado” (MATURANA; VARELA, 1995, p.131, grifos do autor). Portanto, o meio e os seres vivos são fontes de “perturbações e não de instruções”.

Nesta perspectiva, o ser vivo é uma máquina autopoietica determinada estruturalmente (Seres unicelulares, sistemas autopoieticos de primeira ordem; Metacelulares, sistemas autopoieticos de segunda ordem).

Conforme destacam Maturana e Varela, “a conduta dos seres vivos não é invenção do sistema”, o que “o sistema nervoso faz é expandir o domínio de possíveis condutas, ao dotar o organismo de uma estrutura tremendamente versátil e plástica”. Ainda, segundo os autores, o que denominamos conduta corresponde “a descrição que fazemos dos movimentos do organismo no meio que assinalamos”. Portanto, o juízo sobre uma determinada conduta é definida pelo espectro de expectativas do observador (1995, p. 167).

A partir desses apontamentos podemos apresentar algumas ideias que são centrais na epistemologia de Maturana e que são importantes para o presente trabalho. Para Maturana, não possível explicar o fenômeno do conhecer sem explicar o conhecedor, ou seja, o ser humano.

Nesta perspectiva, Maturana destaca que “[...] esta é nossa condição inicial: somos observadores no observar, no suceder do viver cotidiano na linguagem” (2006, p. 28).

Portanto, estamos constantemente interagindo, atuando uns sobre os outros e imersos no mundo da linguagem. O conhecer é algo inerente ao viver, pertence à vida e a experiência do viver no contexto da linguagem, que se evidencia sempre que fazemos uma petição cognitiva, quando interrogamos ou afirmamos algo a outro na relação. Diante disso, é oportuno recuperar o que é o explicar? De acordo com Maturana “[...]”

As explicações são reformulações de uma experiência, mas nem toda reformulação da experiência é uma explicação. Uma explicação é uma reformulação

da experiência aceita por um observador” (MATURANA, 2006, p.29). Nesse sentido, a ciência se caracteriza por um modo de explicar e de validar as explicações científicas do uso de outras experiências e “das coerências operacionais que elas envolvem” (MATURANA, 2006, p. 163).

O caminho de validação das explicações, científicas ou não, dependem daquilo que Maturana denominou caminho da objetividade sem parênteses e o caminho da objetividade entre parênteses.

No caminho da objetividade sem parentes (também denominada por Maturana de objetividade a seco) “a existência é independente do observador” admito que “posso distinguir entre ilusão e percepção, porque assumo que posso fazer referência a algo independente de mim”. No segundo caminho, o da objetividade entre parênteses, “a existência depende do observador”, o escutar é diferente, pois se aceita “reformulações da experiência, com elementos da experiência” (MATURANA, 2006, p. 32-34). No caminho explicativo da objetividade sem parênteses “as relações humanas não ocorrem na aceitação mútua”.

Na objetividade entre parênteses “não há verdade absoluta nem verdade relativa, mas muitas verdades diferentes em muitos domínios distintos” (MATURANA, 1999, p. 48 - 49).

Na Genética, a RP se constitui numa estratégia pedagógica importante para transpor conceitos e definições teóricas em situações de construção do conhecimento. Então, é importante pensar numa didática que valorize o esforço do aluno e, a partir de suas concepções alternativas, encontre maneiras de contornar os obstáculos pedagógicos que se interpõem à aquisição do conhecimento em Genética e auxilie no desenvolvimento cognitivo dos jovens.

Diante disso, a questão norteadora desta pesquisa foi: quais são as contribuições que uma Sequência Didática, envolvendo os conteúdos de Genética Mendeliana, elaborada a partir de resolução de problemas, pode trazer ao processo de ensino e aprendizagem de alunos do 3º ano do Ensino Médio?

As discussões que nos auxiliaram a encontrar as respostas à questão norteadora estão articuladas em cinco sessões, as quais apresentamos, sucintamente, a seguir.

No Capítulo “O CONSTRUCTO TEÓRICO MENDELIANO E AS PESQUISAS NA AREA DE ENSINO”, discutimos a importância da genética para a humanidade seguida de um breve histórico da Genética Mendeliana. Retratamos as dificuldades

e limitações da Genética no ensino e, por fim, as inovações tecnológicas relacionadas à genética.

No Capítulo “FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PEDAGÓGICA”, discutimos como as teorias de Humberto Maturana e Paulo Freire contribuíram para o embasamento pedagógico de nossa pesquisa, aproximando as teorias, cujas ideias serviram como eixo central na elaboração da Sequência Didática.

No Capítulo “REFERENCIAL TEÓRICO- METODOLÓGICO”, abordamos sobre os sujeitos da pesquisa e seus contextos, além de todos os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados e para a elaboração da Sequência Didática.

No Capítulo “SEQUÊNCIA DIDÁTICA”, descrevemos sucintamente as etapas da Sequência Didática que se caracteriza, também, como produto desta pesquisa.

No Capítulo “RESULTADOS E DISCUSSÕES”, elencamos os resultados identificados após a resolução do questionário de verificação de conhecimentos prévios, que resultou na elaboração e aplicação da SD, e a aplicação e avaliação da SD.

1 O CONSTRUCTO TEÓRICO MENDELIANO E AS PESQUISAS NA AREA DE ENSINO

Neste capítulo, delineamos um breve histórico sobre a Genética Mendeliana e esclarecemos o porquê da genialidade de Mendel em suas experiências. Depois, abordamos sobre a importância da Genética no contexto atual e sua relevância como formadora de cidadania e ética. Discorreremos ainda sobre as dificuldades relacionadas à temática no Ensino Médio, a partir das orientações previstas pelo PCNEM (BRASIL, 2000); das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+2002); Orientações da Secretaria Estadual de Educação do Mato Grosso do Sul (SED/MS) através do Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino (2012) e as mudanças previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que ainda não foram aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação.

1.1. UM BREVE HISTÓRICO DA GENÉTICA MENDELIANA

Gregor Mendel (Fig. 1) nasceu em 1822, em Heinzendorf, na Áustria. Era filho de pequenos fazendeiros e, apesar de bom aluno, teve de superar dificuldades financeiras para conseguir estudar. Em 1843, ingressou como noviço no mosteiro de Agostiniano da cidade de Brünn, hoje Brno, na atual República Tcheca. Após ter sido ordenado monge, em 1847, Mendel ingressou na Universidade de Viena, onde estudou Matemática e Ciências por dois anos. Ele queria ser professor de Ciências Naturais, mas foi mal sucedido nos exames.

Figura 1- Gregor Mendel

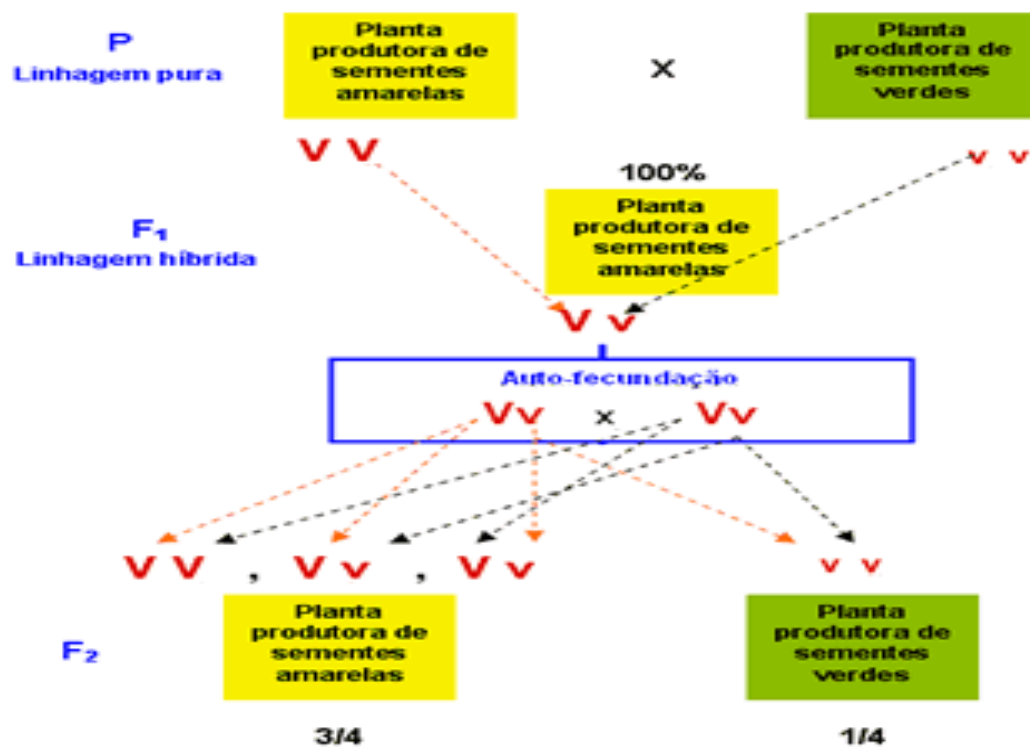


Fonte: (Lopes; Rosso, 2010, p.259)

Entre 1856 e 1865, Mendel realizou uma série de experimentos com ervilhas, com o objetivo de entender como as características hereditárias eram transmitidas entre gerações. Em 8 de março de 1865, apresentou um trabalho à Sociedade de História Natural de Brunn, no qual enunciava as suas leis de hereditariedade, deduzidas das experiências com as ervilhas.

Suas experiências obedeceram a determinados procedimentos. Primeiramente, ele selecionou espécimes puras, a qual chamou de Geração Parental (P), as cruzou entre si com o intuito de descobrir a espécie de característica dominante e – com a característica recessiva (TORQUATTO, 2013). Os descendentes deste cruzamento foram chamados de Primeira Geração Filial (F1), linhagem híbrida que foi novamente cruzada entre si resultando na Segunda Geração Filial (F2) (Fig. 2):

Figura 2 - Cruzamentos realizados por Mendel



RETIRADO DE: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/leismendel2.php>> Acesso em 25 de outubro de 2018

Os descendentes de F2 obedecem a certas proporções matemáticas constantes, ou seja, plantas heterozigóticas (indivíduos que têm dois alelos diferentes do mesmo gene) e quando cruzadas originam sempre descendentes na

proporção de 75% de plantas com a característica dominante (determinam seu caráter mesmo na ausência de um alelo dominante) e 25% de plantas com características recessivas (expressam seu caráter somente em dose dupla).

Com esse experimento, Mendel comprovou que os fatores se separam na formação dos gametas para mais tarde, na fecundação, manifestarem-se ou não, dependendo das combinações possíveis durante a reprodução sexuada.

A comprovação da hipótese de dominância e recessividade nos vários experimentos efetuados por Mendel levou mais tarde à formulação da sua 1ª Lei: cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.

A partir da sua análise estatística, Mendel definiu o conceito de alelo, como sendo a unidade fundamental da hereditariedade. O termo “alelo” tal como Mendel o utilizou, expressa a idéia de “gene”, enquanto que nos nossos dias, ele é utilizado para especificar uma variante de um gene.

Só depois da morte de Mendel, em 6 de janeiro de 1884, em Brno, República Checa, é que o seu trabalho foi redescoberto, entendido e lhe foi dado o devido valor por cientistas que então trabalhavam em problemas similares.

O ano de 1900 marcou a “redescoberta de Mendel” por Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Von Tschermak. Em 1915, os princípios básicos da genética mendeliana foram aplicados a uma grande variedade de organismos, mais notavelmente para a mosca *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830).

Liderado por Thomas Hunt Morgan e seus colegas, os geneticistas desenvolveram o modelo mendeliano que foi amplamente aceito. Juntamente com o trabalho experimental, matemáticos desenvolveram o quadro estatístico da genética de populações, trazendo explicações genéticas para o estudo da Evolução.

Mendel não tinha conhecimento da natureza física dos genes e o trabalho de Watson e Crick, em 1953, mostrou que a base física da informação genética eram os ácidos nucleicos, especificamente o DNA, embora alguns vírus possuam genomas de ácido ribonucleico (RNA).

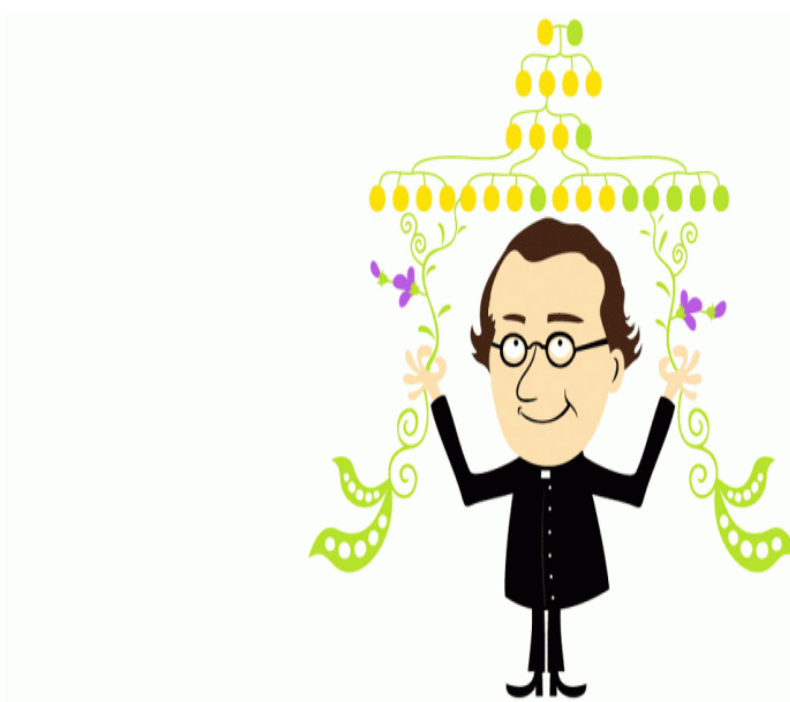
A descoberta da estrutura do DNA, no entanto, não trouxe imediatamente o conhecimento de como milhares de proteínas de um organismo estariam “codificadas” nas sequências de nucleotídeos do DNA.

1.1.1 A GENIALIDADE DE MENDEL

Mendel teve sucesso na área em que vários experimentadores, que também faziam cruzamentos com plantas e com animais, falharam (Fig.3). O fracasso desses pesquisadores explica-se, pois eles tentavam entender a herança em bloco, isto é, considerando todas as características do indivíduo ao mesmo tempo, não estudavam uma característica de cada vez, como fez Mendel. Somente quando se compreendia o mecanismo de transmissão de certa característica é que Mendel se dedicava a outra, verificando se as regras valiam também neste caso.

O sucesso de Mendel deveu-se também a algumas particularidades do método que ele usava: a escolha do material, a escolha de características constantes e o tratamento dos resultados.

Figura 3 - Genialidade de Mendel



Fonte: Ponto Biologia. RETIRADO DE: < <http://pontobiologia.br/entendendo-leis-mendel/> >. Acesso em 25 de outubro de 2018

1.1.2 CONCEITOS BÁSICOS UTILIZADOS EM GENÉTICA

Como já mencionado, um dos maiores entraves no entendimento da Genética é compreender que ela utiliza determinados termos que, para facilitar, compilamos no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1- Termos básicos

TERMOS	SIGNIFICADOS
DNA	É um composto orgânico cujas moléculas contêm as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos e de alguns vírus.
GENE	Segmento da molécula de DNA e de proteínas(histonas) capaz de codificar a síntese de uma determinada proteína.assim como os RNAs.
CROMOSSOMO	Estruturas compostas de DNA que,por sua vez,carregamos genes de um ser vivo,responsáveis por definir as características físicas particulares de cada indivíduo.
CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS	Nas células somáticas (2n) pode-se constatar a presença de cromossomos, que podem ser agrupados dois a dois, formando diversos pares;cada par é constituído por dois cromossomos denominados homólogos,que possuem genes correspondentes; daí o fato de apresentarem a mesma forma,o mesmo tamanho e a mesma estrutura (sequência de genes), excetuando-se os cromossomos X e Y.No par de homólogos um cromossomo é de origem materna e o outro de origem paterna.
GENES ALELOS	São genes que se localizam em um mesmo locus gênico de cromossomos homólogos e são responsáveis por determinar uma mesma característica.
LOCUS GÊNICO	É a posição em que é encontrado um gene no cromossomo.
HOMOZIGOTO	Indivíduo que porta alelos iguais para uma determinada característica.Exemplos:AA,aa,BB,bb.
HETEROZIGOTO	Aquele que porta alelos diferentes para uma determinada característica.Exemplos:Aa,Bb,Cc,Dd
GENÓTIPO	Corresponde à constituição genética de um organismo,isto é,o conjunto de genes que um organismo possui e que foi herdado de seus pais.O termo pode ser usado para indicar o genótipo total de uma pessoa ou o genótipo para a cor da pele,por exemplo.
FENÓTIPO	É a característica morfológica,fisiológica ou comportamental de um organismo,resultado do genótipo e com a influencia do meio ambiente.Muitos fenótipos não são visíveis, mas apenas detectáveis.
DOMINANTE	É aquele gene que determina o mesmo fenótipo,tanto em homozigose como em heterozigose.
RECESSIVO	É aquele gene que só se expressa quando em homozigose. Exemplo de Homozigose recessiva: aa,bb,cc.

Fonte: Introdução à Genética – Griffiths et al (1998)

O entendimento de alguns conceitos básicos em Genética é fundamental para o estudo mais aprofundado dessa parte da Biologia, que explica como os genes são transmitidos. Tendo em vista a utilização recorrente por parte dos alunos quando interpretamos exercícios, é indispensável que estes termos façam parte do cotidiano em aulas de Biologia e em discussões do dia a dia.

1.1.3 A PRIMEIRA E A SEGUNDA LEI DE MENDEL

Mendel apresenta a Primeira Lei como o princípio da dominância, que diz que em um heterozigoto, um alelo pode encobrir a presença de outro. A Segunda Lei é apresentada como o princípio da segregação independente, que diz que em um heterozigoto dois alelos diferentes se segregam um do outro durante a formação de gametas (GRIFFITHS et al., 1998).

Por isso, a ervilha de jardim (*Pisum sativum*), material utilizado por Mendel em suas pesquisas, é o motivo de seu sucesso. Uma vez que suas pétalas se fecham firmemente, impedindo que grãos de pólen entrem ou saiam facilmente, forçando um sistema de autofertilização.

Como resultado, linhagens individuais de ervilha são produzidas apresentando pouca ou nenhuma variação genética de uma geração para a seguinte (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Mendel, por fim, obteve diversas variedades puras de ervilhas, cada uma se distinguindo por uma característica particular. Diante de tantas características foi permitido a Mendel estudar a herança de cada uma delas separadamente. Em um dos experimentos Mendel cruzou plantas altas e baixas a fim de investigar como sua altura era herdada. Neste cruzamento observou que são geradas plantas híbridas altas e as baixas são perdidas.

Posteriormente, Mendel permitiu a essas plantas híbridas a autofertilização, constatando isto gera uma proporção de três altas para uma baixa. Deduziu, então, que estas híbridas levavam um fator genético latente para anã, que foi mascarado pela expressão de outro fator para alta. Assim, atribuiu aos fatores, os nomes de recessivo e dominante (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Seis outras características foram estudadas: textura de semente, cor de semente, forma de vagem, cor de vagem, cor de flor e posição da flor (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Em cada experimento, Mendel observou que no cruzamento, onde apenas se observava uma característica, somente uma de duas características aparecia nos híbridos e que estes, ao se auto fertilizarem, produziam características dos dois tipos, cada uma semelhante a uma das plantas do cruzamento original. Também observou que existiam proporções consistentemente de 3:1.

Cada característica que Mendel estudou parecia ser controlada por um fator herdável que existia de duas formas, uma dominante outra recessiva. Hoje, esses fatores são chamados de genes. As relações numéricas regulares que Mendel observou nestes cruzamentos o levaram a mais uma conclusão importante, a de que os genes existem aos pares. Observou que cada uma das espécies que ele usou em seu experimento levava duas cópias idênticas de um gene, chamadas hoje de diploides e homozigotos.

Mendel também propôs que, durante a formação de gametas, esta cópia diploide é reduzida a apenas uma cópia do gene, a qual hoje em dia atribuímos o nome de haploide, resultado da meiose. Ele reconheceu que os genes haploides resultam novamente em diploides quando existe a fertilização do espermatozoide e o ovócito, originando o zigoto.

Dessa forma, Mendel compreendeu que se o pólen e o ovócito viessem de plantas geneticamente diferentes, o zigoto híbrido herdaria genes diferentes, um da mãe e um do pai. Tal prole é conhecida como heterozigoto. Ele percebeu, portanto, que os genes diferentes devem coexistir em um heterozigoto, um sendo dominante e outro sendo recessivo, ambos com a mesma chance de formação de gametas. Assim, quando dois gametas recessivos sofressem fertilização, reapareceriam as características das proles de plantas híbridas (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Com isso, Mendel atribuiu alguns símbolos e nomes para descrever o fenômeno da hereditariedade. Por exemplo, as ervilhas altas, por serem dominantes, ele usou a simbologia “D” (maiúsculo) e para as recessivas, anãs, “d” (minúsculo). Por afirmar que os genes das plantas eram aos pares, simbolizou as linhagens puras de ervilhas altas e anãs por “DD” e “dd”. Tal simbologia é chamada hoje de genótipo e suas características, alta ou anã, é o fenótipo (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

De acordo com suas regras e descobertas, Mendel manipulou sobre herança o cruzamento de ervilhas. Atribuiu “P” às linhagens parentais homozigotas (“DD” e “dd”) que produziam um tipo de gameta (“D” ou “d”). F1 é o resultado do cruzamento da linhagem parental, resultando uma ervilha heterozigota (“Dd”). Esta, por sua vez, produz dois tipos de gametas (“D” e “d”) na mesma proporção que sofrem autofecundação gerando numa proporção de 3:1 as proles altas (“DD”, “Dd” e “dD”) e a anã (“dd”), a qual Mendel nomeia de F2 (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Na autofertilização, os dois tipos de gametas podem se unir de todos os modos, ainda assim produzindo quatro tipos de zigotos que são sempre formados por um gameta feminino e um masculino. Estes zigotos serão: um “DD”, um “Dd”, outro “dD” e mais um “dd”, geralmente gametas femininos são escritos primeiro. Através da dominância, três destes genótipos tem o mesmo fenótipo.

Contudo, Mendel levou a análise adiante, permitindo a autofecundação das F2 que produzem uma F3, onde todas as anãs de F2 produziram anãs, comprovando que eram homozigotas (“dd”) e, as plantas altas de F2 dividiam-se em duas categorias, um terço delas só produzia proles altas e os outros dois terços produziam proles altas e anãs. Mendel concluiu através desses resultados que o terço era puro de homozigotas “DD” e os outros dois terços que se segregavam eram heterozigotas “Dd”. Tais proporções geradas em plantas altas de F2, 1:2, foi exatamente o que havia previsto (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Além de estudar isoladamente cada característica da ervilha, Mendel estudou a herança combinada de mais de uma característica. Em um de seus experimentos usou plantas que se diferem, simultaneamente, quanto a cor da semente (amarela ou verde) e quanto a sua forma (lisa ou rugosa) (GRIFFITHS et al., 1998).

Cruzou plantas puras de sementes amarelas e lisas com plantas de sementes verdes e rugosas, obtendo em F1 uma prole produtora de sementes amarelas e lisas. A F2, previamente da autofecundação da F1, produziu quatro tipos de ervilhas em proporções de 9/16 de sementes amarelas e lisas, 3/16 de sementes amarelas e rugosas, 3/16 de sementes verdes e lisas e 1/16 de sementes verdes e rugosas (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Com base nesse e outros experimentos, Mendel, confirmou a hipótese de que o par de alelos para a cor da semente segregam-se independentemente do par de alelos qual caracteriza sua forma, lisa ou rugosa (GRIFFITHS et al., 1998). Assim,

Mendel afirmou que as F₂, originada de plantas puras, são plantas duplamente heterozigotas e estas formaram quatro tipos de gametas.

Ele também estudou três características diferentes e verificou que, do mesmo modo como realizou os outros experimentos, estas plantas segregam seus genes independentemente, concluindo uma segunda lei geral de herança. Os fatores (genes) para duas ou mais características segregam-se (separam-se) no híbrido, distribuindo-se independentemente para os gametas, onde se combinam ao acaso. (GRIFFITHS et al., 1998).

1.1.4 O QUADRO DE PUNNETT

O quadro de Punnett foi criado por um geneticista inglês chamado Reginald Punnett (1875-1967) e seu objetivo era demonstrar a variedade de combinações genéticas possíveis em um determinado cruzamento.

O quadro é uma espécie de diagrama onde separamos os gametas de um genitor em uma linha e os do outro em uma coluna e fazemos a combinação de linhas e colunas a fim de observar os possíveis genótipos dos descendentes. Em cada quadradinho dos descendentes é representado um possível cruzamento de um óvulo e um espermatozoide.

Imagine, por exemplo, que um casal seja heterozigoto para o albinismo (Aa). Como os alelos separam-se durante a meiose para a formação dos gametas, o homem terá espermatozoides com alelo A e com alelo a, enquanto a mulher terá óvulos A e a (Fig.4):

Figura 4- Quadro de Punnett

		Gametas	
		A	a
Gametas	A	AA	Aa
	a	Aa	aa
		Descendentes	

RETIRADO DE: <mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/quadro-punnett.htm>. ACESSO EM: 25 de outubro de 2018

Ao utilizar o quadro de Punnett é possível observar com clareza qual alelo possui o gameta de cada genitor, além das possibilidades de genótipos de seus descendentes, facilitando, assim, a realização de uma grande quantidade de

exercícios de Genética. No entanto, é importante ressaltar que realizar exercícios dessa maneira só é possível se os problemas analisados obedecerem à primeira e à segunda Lei de Mendel pois, nesses casos, observamos uma segregação independente de cada gene.

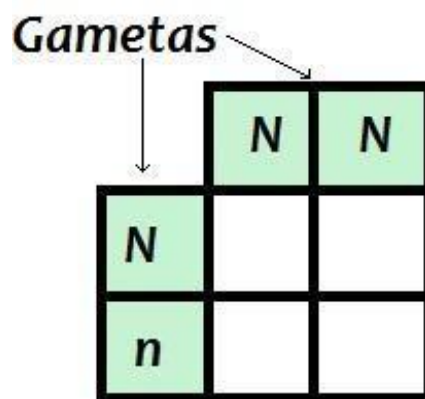
Podemos citar como exemplo um problema retirado da Vunesp- SP (Modificado):

“A mamona (*Ricinus communis*) produz inflorescências contendo somente flores pistiladas (flores femininas) quando o genótipo é recessivo, e inflorescências mistas (flores femininas e flores masculinas) quando o genótipo é homozigoto dominante ou heterozigoto. Com base nessas afirmações, que tipos de inflorescências serão produzidas nos descendentes do seguinte cruzamento: $NN \times Nn$?”

Resolução:

Resolver essa questão é bastante simples. Primeiro devemos separar os gametas, observe (Fig. 5):

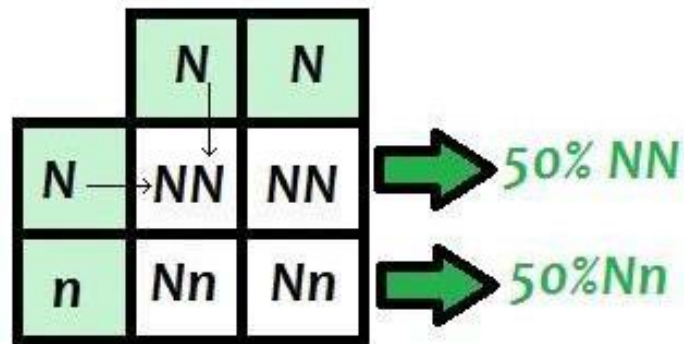
Figura 5- Quadro de Punnett



RETIRADO DE :<mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/quadro-punnett.htm> ACESSO EM: 25 de agosto de 2018

É possível observar a separação dos gametas. Após a separação basta realizar as combinações dos alelos das linhas com os alelos das colunas (Fig. 6).

Figura 6 - Quadro de Punnett



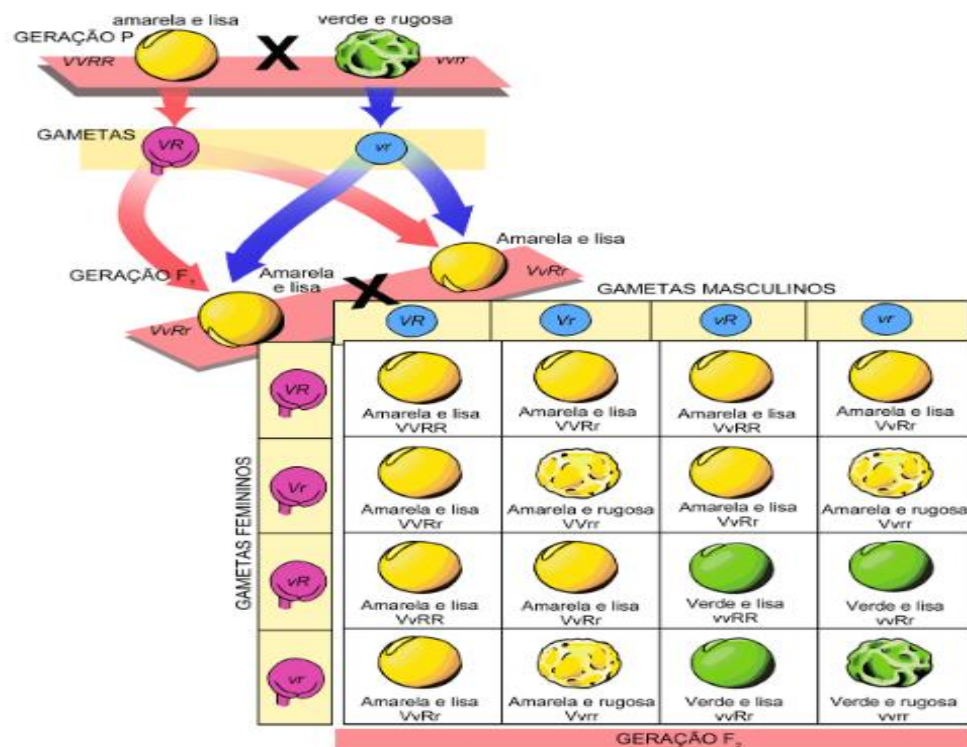
RETIRADO DE:<mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/quadro-punnett.htm>.ACESSO EM: 25 de outubro de 2018

Também podemos observar as possíveis combinações para a formação dos descendentes. Notamos que existe 50% de chance de os descendentes serem homozigotos dominante e 50% de chance de serem heterozigotos. Nesse caso, como homozigotos dominantes e heterozigotos possuem o mesmo fenótipo, teremos 100% de plantas com inflorescências mistas. Assim, o Quadro de Punnett auxilia na resolução de problemas genéricos de forma prática.

1.1.5 QUADRO DE PUNNETT E A SEGUNDA LEI DE MENDEL

Mendel deu prosseguimento a seus trabalhos analisando dois caracteres simultaneamente, isto é, dois pares de fatores, sendo cada par responsável por determinado caráter. Utilizando como exemplo os caracteres textura e cor da semente de ervilha, foram cruzadas plantas de ervilhas que, ao sofrerem auto fecundação, dariam origem a sementes lisas e amarelas e a sementes verdes e rugosas, o que Mendel chamava de espécimes puras. A geração filial 1 (F1) de sementes amarela e lisa díbridas foi novamente cruzada como mostra a imagem baixo (Fig. 7).

Figura 7- Cruzamento entre ervilhas de sementes lisas e amarelas



Fonte: Retirado de : < <https://midia.atp.usp.br/p14/2012> >. Acesso em: 25 do outubro de 2018.

Obteve-se a proporção fenotípica abaixo:

9/16 → ervilhas com característica lisa e amarela;

3/16 → ervilhas com característica lisa e verde;

3/16 → ervilhas com característica rugosa e amarela;

1/16 → ervilhas com característica rugosa e verde.

Mendel concluiu que as características analisadas não dependiam uma das outras, portanto, são consideradas características independentes.

2.1.5 A IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

Os surpreendentes avanços na genética e a necessidade crescente de tomadas de decisões em ações relacionadas aos mesmos colocam o ensino de genética em uma posição de destaque, com importantes implicações nas questões sociais e éticas.

Atualmente, a influência dos meios de comunicação na popularização da ciência é incontestável e a mídia contemporânea vem dando grande ênfase a assuntos ligados a genética molecular e suas várias implicações (biologia reprodutiva, melhoramento genético com base em bioengenharia, transgênicos, clonagem de animais, teste de paternidade, sequenciamento de genomas, entre outros). (JUSTINA et al, 2000).

No entanto, cabe observar uma tendência de jornais e revistas a apresentar superficialmente informações técnico-científicas com ênfase nos fatos e acontecimentos de interesse conjuntural, sem compromisso com orientações educativas. Ante essas informações, o cidadão depende de uma base sólida de conhecimento para tomar decisões e até mesmo para compreendê-las, que pode e deve ser oferecida pela escola (JUSTINA et al, 2000).

A genética é uma área da biologia que traz respostas a algumas questões fundamentais sobre a vida, que os estudantes frequentemente trazem para a sala de aula. Estas questões, em sua grande maioria, dizem respeito à transmissão e ao desenvolvimento das características, trazendo à tona conceitos e processos ligados à hereditariedade. Uma das razões para a importância da genética reside no fato de que, na hierarquia dos fenômenos biológicos, ela atua num nível que permite fazer a ponte entre os níveis biológicos que se ocupam dos organismos e dos níveis bioquímicos, que tratam de fenômenos moleculares.

Nesse sentido, o ensino de genética se reveste de importância pelo fato de que uma série de tópicos da biologia toma como base os conceitos de herança e o entendimento do fluxo gênico, com é o caso do estudo da Evolução e da Diversidade dos seres vivos (BANET; AYUSO, 2003; JIMENÉZ-ALEXANDRE,1992).

A relevância social e econômica da genética, com todas as implicações tecnológicas, sociais e éticas envolvidas em sua produção, e sua importância na estrutura conceitual das ciências biológicas são alguns dos fatores que fazem com que o ensino de seus conceitos e modelos explicativos tenha sido um dos tópicos mais investigados pelos pesquisadores que se dedicam ao ensino de Biologia (BANET; AYUSO, 2003; LEWIS; WOOD-ROBINSON, 2000).

1.1.6 A GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA RESPONSABILIDADE NA FORMAÇÃO ÉTICA E CIDADÃ

Segundo os PCNEM (BRASIL, 2006), o ensino da Genética pode levar o aluno à compreensão de que apesar da diversidade de fenótipos, de culturas, de origens geográficas, todos os seres humanos possuem uma mesma ascendência e compartilham características semelhantes, de maneira que não existem bases biológicas que justifiquem atitudes de preconceito.

A formação ética e o pensamento crítico podem ser estimulados, em Biologia, pela exposição do aluno à situações como: produzir ou não em larga escala organismos geneticamente modificados; quais os riscos e benefícios da utilização de transgênicos; apoiar ou não uma lei que prevê o desmatamento de um trecho da Amazônia para a produção de alimentos e a geração de empregos; apoiar ou não a destruição de uma área de mangue para a construção de casas populares; usar ou não, terapeuticamente, células-tronco embrionárias.

Longe de apenas polemizar ou de buscar respostas evasivas, essa é uma valiosa oportunidade para que o professor destaque o papel da ciência, mais especificamente da Biologia, na tentativa de esclarecer questões por meio de evidências, de fatos, e pelo uso de procedimentos e metodologias que lhe são próprios.

Os PCNEM (BRASIL, 2006, p.39) afirmam que “o conhecimento da Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas [...]”. Ou seja, embasado em informações e conhecimento, o cidadão deve construir suas decisões. O erro a ser evitado é a suposição de que apenas a informação científica é suficiente para permitir a tomada de decisões e a emissão de julgamentos. Ao professor cabe mediar o diálogo entre informação científica, valores e crenças de cada educando, pois ora esses elementos caminharão juntos, ora contrapor-se-ão.

Cabe também esclarecer que, na maioria das vezes, respostas a questões complexas não são simples afirmações ou negações. Existem fatos e informações a serem ponderados antes que uma decisão seja tomada e, uma vez isso feito, tampouco significa que seja definitivo, pois diante de novos fatos e evidências, tanto o cidadão quanto a própria ciência reavaliam suas decisões. A própria estruturação de um novo valor muitas vezes vem embasada pelo avanço do conhecimento científico.

No artigo “Promover o ensino de bioética no mundo”, Noelle Lenoir, presidente do Comitê Internacional de Bioéthique, ressalta a importância do ensino da bioética em todos os níveis de ensino, incluindo o Ensino Médio (EM):

[...] No plano do ensino de segundo grau, as noções de bioética já emergem espontaneamente da prática dos educadores de diversas disciplinas: biologia, física, química, mas também da filosofia, ciências sociais e médico-sociais, direito, economia, história, instrução cívica principalmente e, se for o caso, a instrução religiosa (...). A biologia, que trata dos novos poderes de transformação do ser humano, faz necessariamente nascer a questão em seus limites (LENOIR, 1996, p.66).

Por isso, mais do que focar os métodos utilizados e conceitos fundamentais para a compreensão destas tecnologias, o professor deve estar atento para a possibilidade de explorar estes temas de forma a incluírem suas aulas discussões sobre as potencialidades e os limites éticos destas pesquisas, o respeito à vida e à natureza (SCHEID; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2001).

O jornal O Globo publicou uma reportagem em 2 abril de 2017 com a seguinte chamada: “Manipulação genética de embriões humanos gera debate ético, pois alterou genoma humano na tentativa de corrigir um defeito responsável por doença.” A reportagem, que trata da divulgação de um artigo científico em que pesquisadores chineses descrevem como manipularam embriões humanos numa tentativa de corrigir um defeito genético responsável pela beta-talassemia (uma doença do sangue potencialmente fatal), reacendeu o debate sobre o uso das ferramentas da biotecnologia para alterar o genoma humano, a bioética e os limites da ciência.

Publicado num periódico científico “Protein & Cell”, o estudo feito com embriões “inviáveis”, isto é, que não resultariam em nascimentos, só conseguiu atingir seu objetivo em quatro dos 81 embriões utilizados. Diante deste resultado, o próprio líder da equipe de cientistas, Junjiu Huang, da Universidade de Sun Yat-sen, em Guangzhou, na China, reconheceu que o experimento foi um fracasso, mas ainda assim defendeu a realização de novas experiências para melhorar a precisão da técnica de edição genética, conhecida como CRISPR/Cas9.

Para Regina Parizi, presidente da Sociedade Brasileira de Bioética (SBB), Huang e sua equipe falharam pela falta de transparência em sua pesquisa, que só ficou sujeita ao escrutínio e à avaliação científica e ética de outros pesquisadores e do público após a publicação pelo periódico “Protein & Cell”. Além disso, a presidente da SBB lembra que, de acordo com a Declaração Universal sobre o

Genoma Humano e os Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas (ONU) para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), assinada nos anos 1990, todas as pesquisas na área devem levar em conta suas implicações éticas e sociais. Esse é apenas um dos exemplos da relevância ética da Genética para a Humanidade.

Sobre a pesquisa realizada é evidente que o resultado não atingiu a intenção primeira e que o fracasso apontado pelo pesquisador pode também estar associado ao fato de não ter sido levado em conta todas as implicações éticas e sociais. Por isso é necessário que os alunos saibam que, exercendo a cidadania, como por exemplo, através de votos, de referendos, de participações em organizações e até mesmo manifestações populares, estes devem decidir sobre o uso de tecnologias que possam afetar diretamente suas vidas e, assim, se tornem participantes efetivos das decisões da sociedade em que vivem.

1.1.7 O CURRÍCULO NACIONAL PARA O ENSINO MÉDIO E SUAS ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE GENÉTICA

Os PCNEM são um documento oficial publicado pelo Ministério da Educação (MEC) no ano de 2000, tendo como principal papel o de “difundir os princípios da reforma curricular do ensino médio e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000, p.04).

Os PCNEM nasceram da necessidade de reformulação do currículo do EM, a qual teve seu início com a elaboração da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB de 9394/1996. A partir desta nova lei o EM passou a ter não somente um caráter de formação profissional e pré-universitária, como estabelecia a antiga LDB Nº 5692/1964 (BRASIL, 1964), mas também um comprometimento com a formação humana do educando, tendo como princípios a educação para a cidadania, formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico.

Para atender as propostas da LDB Nº 9394/1996, os PCNEM destacam a importância de uma educação que inclua os alunos no universo contemporâneo e leve em conta a velocidade com que ocorrem as mudanças na área do conhecimento, principalmente no que se refere às áreas das ciências e tecnologia, na produção e nas relações sociais.

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem trazem à tona aspectos éticos envolvidos na

produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica e a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

De forma complementar aos PCNEM, o MEC também publicou, no mesmo ano, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+Ensino Médio, 2002). Estes cadernos estão divididos em três volumes, os quais seguem a divisão proposta pelos PCNEM para o ensino médio, ou seja, em três áreas de conhecimento, sendo estas as Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias e Linguagens, Códigos e suas tecnologias. Esta publicação tem como objetivo auxiliar o trabalho escolar dentro das áreas de conhecimento propostas e apoiar o professor em sua prática docente.

No volume referente às Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, encontram-se orientações para o ensino de Biologia que vão desde as competências e habilidades a serem desenvolvidas em sua aprendizagem até propostas de organização de conteúdos e orientações metodológicas.

Especificamente sobre o ensino de Genética, os PCN+ orientam que este tema seja trabalhado de forma que os alunos sejam capazes de descrever a estrutura e as características da molécula de DNA, sabendo relacioná-las a transmissão dos caracteres hereditários e compreender a relação entre as mutações e alterações no código genético e suas implicações sobre a diversidade da vida no planeta.

Também é ressaltada a importância do conhecimento sobre as tecnologias de manipulação do DNA, questões éticas, morais, políticas e econômicas, assim como os benefícios destas tecnologias e os prováveis riscos sobre a saúde de pessoas e do meio ambiente.

Os PCN+ ainda destacam que o ensino de Genética não deve se limitar apenas à familiarização dos alunos com conteúdos próprios dessa ciência e seus métodos experimentais, mas sim deve servir de ferramenta para uma formação crítica que seja instrumental no julgamento de questões que envolvam preconceitos

e discriminações raciais e no posicionamento diante de temas polêmicos, os quais estão diretamente relacionados ao seu futuro (BRASIL, 2002).

Por fim, os PCN+ ainda dão sugestões sobre a organização dos temas e dos conteúdos nos três anos que compõem o ensino médio e, também, estratégias metodológicas que possam facilitar o ensino de Genética e de outros temas em Biologia.

É importante ressaltar que tanto os PCNEM quanto os PCN+ não devem ser tomados como uma obrigação a ser cumprida pelo professor, porém estes documentos possuem orientações e propostas oficiais, baseadas nas propostas da LDB. Estas orientações visam o desenvolvimento de competências e habilidades para que o aluno, ao fim do ensino médio, possa ser um cidadão crítico, participativo e seguro ao tomar decisões que irão trazer consequências não só para sua própria vida, mas também para o futuro do país e do mundo.

No geral, o Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (2012) em relação às Ciências da Natureza baseiam-se em princípios e prioridades de democratização, trazem reflexões e orientações metodológicas para o ensino e a aprendizagem dos estudantes numa pluralidade contextual das áreas do conhecimento para as práticas de ensino, expondo uma visão de planejamento sistêmico e participativo a ser desenvolvido nas escolas.

Em relação ao componente curricular Biologia, os conteúdos elencados permitem ao docente trabalhar de maneira a ultrapassar os limites das informações contidas nos livros didáticos, pois o estudo da Biologia está longe de ser estático uma vez que se associa permanentemente a inovações biológicas.

Neste contexto, a Genética tem um papel primordial porque vem sendo um campo fértil de nascimento para novas ideias e pesquisas. Tem como objetivo demonstrar para os alunos a importância de se desenvolver competências e habilidades no que tange às intervenções e interpretações do significado da Genética para a humanidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um conjunto de orientações que deverá nortear os currículos das escolas, redes públicas e privadas de ensino de todo o Brasil ela trará os conhecimentos essenciais, as competências e as aprendizagens pretendidas para crianças e jovens em cada etapa da educação básica em todo país. Pretende promover a elevação da qualidade do ensino no país por meio de uma referência comum obrigatória para todas as escolas de educação

básica, respeitando a autonomia assegurada pela Constituição aos entes federados e às escolas.

A segunda versão da BNCC, de maio de 2016, a Unidade Curricular 4 (UC4) diz que é necessário compreender os processos de transmissão de informação genética e sua expressão nos organismos e alterações gênicas. É importante tratar de modo integrado os processos de divisão celular, gametogênese e desenvolvimento embrionário e os conceitos de DNA, cromossomos e alelos; introduzir o conceito de herança epigenética na abordagem das interações entre herdabilidade e fatores ambientais na constituição fenotípica; e abordar as inovações relativas à terapias gênicas e doenças genéticas. Em questões relacionadas à determinação genética do sexo é importante ponderar a diversidade presente em todos os domínios de seres vivos. Porém, é importante também o destaque para a espécie humana, mostrando que as ideias sobre sexo e gênero também são construções sociais e que a normalidade é um conceito relativo. Ou seja, a BNCC propõe uma nova discussão seguida de um novo olhar para a contemporaneidade.

Cabe aqui uma crítica à BNCC para o ensino médio, documento que está sendo criado em meio a muita polêmica referente ao seu teor. Primeiramente em relação ao tempo de estudo, crítica que também rondou a BNCC do ensino fundamental com os pareceres contrários das conselheiras. Segundo elas, houve pressa e pouca transparência na votação do documento, revelando um trâmite verticalizado sob influência do Ministério da Educação. Em suma, o texto final da Base é criticado por insistir em uma visão fragmentada do conhecimento e do desenvolvimento humano, por invisibilizar as questões ligadas à identidade gênero e orientação sexual, enfatizar o ensino religioso e antecipar a idade máxima para conclusão do processo de alfabetização, ignorando as especificidades de aprendizagem de cada aluno.

Os direitos de aprendizagem dos alunos brasileiros, ainda que garantidos de forma democrática, acabam por constituir um perfil de aluno ao fim da escolaridade infantil e fundamental pouco competente e hábil para conviver num mundo que se torna digital e financeirizado. As restrições aos conteúdos por ventura ideologizados, assim como às questões filosóficas, sociológicas, de gênero e sexo impedem que se abram ao mundo fora dos seus locais de trabalho de forma livre, ativa, criativa, consciente de si e do mundo em que se inserem.

Nossos anseios perante a BNCC para o ensino médio é que ela não surja com os mesmos objetivos do documento para o ensino fundamental, que cria um futuro cidadão e trabalhador brasileiro incapaz, por exemplo, de reconhecer os desafios colocados sobretudo pelas Artes e Humanidades, e também pelas diversidades cultural, de gênero e de sexo. Isto pois tantas são as pressões exercidas pelos integrantes e simpatizantes do Movimento Escola Sem Partido e de segmentos religiosos fundamentalistas às disciplinas de Artes, Filosofia, História e Sociologia e às questões ligadas a gênero e diversidade sexual. Talvez o texto se apresente muito apropriado ao leitor desprovido de argúcia, pois o impede de ver na BNCC qualquer problema referente a interdições ou limitação do potencial dos nossos estudantes. Somente quando comparada a edições estrangeiras é que começam a emergir as limitações que são impostas.

1.1.8 OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS AO ENSINO DE GENÉTICA A NÍVEL MÉDIO

Com a mesma veemência que se ressalta a importância do ensino da genética tem sido também destacada a abrangência das dificuldades no ensino e aprendizagem desta área do conhecimento biológico (BANET; AYUSO, 2003; STEWART, 1983).

Outra dificuldade se refere à resolução de problemas classicamente trabalhados na educação básica para promover a apropriação dos conteúdos de genética pelos estudantes que, por vezes, conseguem resolver problemas relativos a este campo do conhecimento de modo algorítmico, sem de fato compreender os conceitos envolvidos (AZNAR; IBANEZ, 2005; BANET; AYUSO, 2003; THOMSON; STEWART, 2003).

As dificuldades envolvidas com a resolução de problemas estão também relacionadas ao nível de habilidade matemática e capacidade analítica necessária para lidar com problemas de genética com sucesso.

Diversos autores têm apontado problemas no ensino de genética a nível médio. Entre os principais problemas destacam-se a má formação docente (ALVES; CALDEIRA, 2005; SCHEID; FERRARI, 2006), a dificuldade na compreensão de termos e conceitos em genética (CID; NETO, 2005; DOLAN et al., 2004), má

qualidade dos livros didáticos (FERREIRA, 2005; NUNES et al., 2006) e desinteresse dos alunos pelas aulas (FREITAS; SILVA, 2005).

Uma vasta literatura aponta uma série destas dificuldades, dentre elas a abordagem fragmentada dos conteúdos de genética, freqüente nos currículos e nos livros didáticos (CANTIELLO; TRIVELATO, 2001; CHATTOPADHYAY, 2005; MARBACH, 2001; SILVEIRA; AMABIS, 2003), a qual desfavorece a compreensão da relação estabelecida entre conteúdos centrais, como entre DNA e cromossomos ou entre meiose e as leis de Mendel.

Associado à abordagem fragmentada soma-se às aulas descontextualizadas, afastadas da realidade dos alunos, que não estimulam a participação e o envolvimento dos mesmos, levando ao desinteresse pela genética (FREITAS; SILVA, 2005). Com isso, os alunos tendem a construir uma visão distante da genética, afastando-a da realidade em que vivem.

Compreender como estes termos se inter-relacionam é fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos em que participam, e a não compreensão de suas conexões leva a sérias dificuldades na aprendizagem de Genética como um todo.

As investigações em Ensino de Ciências têm revelado a importância das concepções dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Há evidências de que durante esse processo, um conceito já existente, ainda que falso em um plano científico, sirva de sistema explicativo funcional para o estudante (ASTOLFI; DEVELAY, 1990 apud REBELLO, 2000).

Comparado a outros tópicos da Biologia, como a Citologia, a Ecologia e a Anatomia, por exemplo na área de Genética e Hereditariedade mais recentemente houve um grande aumento de estudos a respeito do entendimento dos estudantes sobre as estruturas, processos e mecanismos de herança e sua implicação para o ensino.

Cada vez mais, o foco dessas pesquisas é em como a compreensão do estudante pode ser usada para o desenvolvimento de um ensino que leve a uma mudança conceitual. Isto levanta a questão sobre o que poderia significar “mudança conceitual” no contexto da Genética e Hereditariedade.

Usando uma organização multidimensional de “mudança conceitual”, Venville e Tregust (1998) sugerem, por exemplo, que o aprendizado sobre o conceito de gene seja um processo evolucionário e assimilação e captura conceitual, na qual

concepções prévias são reconciliadas a novas concepções, ao invés de um processo de simples acomodação e mudança conceitual no qual as preconcepções são abandonadas e substituídas por explicações científicas (LEWIS, 2004).

Segundo Silveira (2008) a construção da aprendizagem na Genética é complexa, pois envolve uma rede de conceitos que precisam estar consolidados pelos estudantes para a construção significativa de seus conhecimentos. Um conceito mal conhecido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aprendiz na tarefa de resolver um problema.

Nesse sentido, é necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de Genética, partindo das suas idéias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico.

Outro desafio atual consiste na má formação docente, e isso é um problema recorrente nos cursos de formação inicial de professores de Biologia. No ensino de Genética em nível médio se expressa a dificuldade e insegurança apresentada por professores para lidar com temas atuais devido à pouca intimidade, desatualização e posição a crítica frente às informações éticas que estão sendo veiculadas fora do meio acadêmico (SCHEID; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2001).

Para Leite (2000), a dificuldade em se trabalhar a Genética em um contexto histórico também é proveniente da ausência deste tipo de discussão nos cursos de graduação, o que colabora para que os professores construam uma visão errônea do desenvolvimento científico e a transmitam a seus alunos como uma ciência imutável e composta de verdades absolutas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, trataremos de forma direta e concisa as teorias que serviram como sustentáculo de nossa pesquisa por meio do pensamento teórico de Humberto Maturana e Paulo Freire. Pretendemos deixar claro suas aproximações pois, embora venham de escolas filosóficas diferentes, seus diálogos se complementam e foram determinantes para a construção desse trabalho.

2.1 A EPISTEMOLOGIA DE HUMBERTO MATURANA: NEUROAPRENDIZAGEM

Desde meados do século passado (década de 1960 e 1970) o biólogo chileno Humberto Maturana vem trazendo importantes contribuições para conhecermos mais sobre o desenvolvimento da biologia da cognição e da amorosidade como constructos de relevância ímpar para o aprender a aprender a ser e a conviver. Este autor nos elucida que a palavra aprendizagem vem de apreender, o que para ele quer dizer, pegar ou captar algo.

No entanto, a aprendizagem não é a captação de nada, é o transformar-se em um meio particular de intercâmbios recursivos que possui intrínseca relação com a maneira de viver de cada sujeito. O conhecer e o aprender estão arrolados à criação de enredos explicativos que unicamente realiza-se pelo sujeito humano (MATURANA, 2001).

Para Maturana e Varela (1995, p.1997), as nossas conexões neurais fazem parte do processo bio-psico-emocional. Ou melhor, elas são parte do próprio acoplamento estrutural em que o sistema nervoso, através dos órgãos sensoriais e efetores em interação sistêmica como organismo, promove a sua transformação estrutural. Contudo, essa interação, inter-relação visa, prioritariamente, a adaptação e a manutenção desse organismo para que ele não entre em destruição da organização autopoietica.

Podemos pensar na seguinte situação: estamos sentados por longo tempo pressionando algum músculo ou nervo. A região passa a ter um formigamento nos motivando a mudar deposição. Essa foi uma informação encaminhada ao nosso Sistema Nervoso (SN) pelos neurotransmissores musculares. Nesses pontos, as membranas celulares neuronais interagem com outras células do organismo aderindo-se estreitamente. Então, as membranas celulares, que são especializadas na secreção dos neurotransmissores, os enviam ao SN e vice-

versa, fazendo com que tomemos consciência do desconforto, impulsionando-nos a mudar de posição, buscando encontrar o equilíbrio para o organismo. Nas palavras desses autores:

Um impulso nervoso percorre o neurônio e chega finalmente a uma terminação sináptica, produzindo a secreção do neurotransmissor que cruza o espaço entre as membranas desencadeando uma permuta elétrica na célula receptora. Somente especializações como essas possibilitam aos neurônios, bem como a outras células, uma influência mútua e localizada, e não difusa ou generalizada, como ocorreria se as interações se dessem por permutas de concentração entre algum as moléculas na corrente sanguínea. Sobre cada neurônio, em sua árvore dendrítica, há muitos milhares de terminações sinápticas de centenas de neurônios distintos. Cada uma das terminações faz uma contribuição pequena à permuta total de atividade elétrica do neurônio a que se conecta. Além disso, cada neurônio é capaz de influenciar quimicamente a estrutura de todos os neurônios que a ele se conectam, por meio da difusão de metabólitos que saem e penetram as superfícies sinápticas e se elevam pelos axônios até os respectivos corpos celulares. Desse duplo tráfego elétrico metabólico depende, a cada momento, o estado de atividade e o estado estrutural de cada neurônio do sistema nervoso (MATURANA; VARELA, 1995, p.186).

Desde antes de nascer nosso sistema nervoso já está sendo formado. Os estímulos intrauterinos, a voz amorosa ou severa da mãe, os alimentos ingeridos, os sons do ambiente em que vive *etc.*, favorecem ou prejudicam a formação desse ser.

Ao nascer, o olhar da mãe ou com quem faz a “maternagem”, o toque com a pele do bebê, o conversar com essa criança proporcionam o desenvolvimento de funções como a atenção, a concentração, a consciência corporal sinestésica, entre outros. Ou seja, construímos conhecimentos desde as primeiras experiências de vida, mas junto ao organismo faz-se necessário o meio para que haja o contato sensorial, visual, sinestésico, afetivo e cultural amparando o ser (BOSSA, 2002; MATURANA, 1999).

Unicamente o humano pode explicar sua ação. Assim, somente o humano pode produzir conhecimento, uma vez que somente nós temos consciência de nossa história, temos consciência que transformamo-nos, que aprendemos. Então, como aprendemos? Como nos transformamos? O que favorece ou empobrece essas transformações? Ainda a refletir sobre uma frase de Maturana e Varela (2001, p.18). que consta no livro “A Árvore do Conhecimento”:

O universo de conhecimentos, de experiências, de percepções do ser humano não é passível de explicação a partir de uma perspectiva independente desse mesmo universo. Só podemos conhecer o conhecimento humano (experiências, percepções) a partir dele mesmo.

Construímos o conhecer a partir de nossa própria mirada, a partir de nossa percepção e isso depende de nosso sistema biológico. Então, deduz-se que ninguém percebe nada da mesma maneira. Como mesmo disse Maturana, podemos chegar a consensos sobre o que percebemos, mas não há como estabelecermos uma verdade única sobre o objeto percebido. Pela percepção única, faz-se emergir a verdade singular de cada sujeito. Ou seja,

Toda experiência cognitiva envolve aquele que conhece de uma maneira pessoal, enraizada em sua estrutura biológica. E toda experiência de certeza é um fenômeno individual, cego ao ato cognitivo do outro, em uma solidão que, como veremos, é transcendida somente no mundo criado com esse outro (MATURANA; VARELA, 1995, p. 61).

Através do estudo das obras de Maturana e colaboradores observa-se a defesa da cultura da diversidade. Desse modo, o autor sugere que as escolas devam trabalhar com as diferenças, partindo do princípio de que não existem duas pessoas iguais. O “normal” é a diferença e não a homogeneidade, a uniformização, a repetição, tão difundidas nos ambientes escolares.

Assim, faz-se necessária a aceitação do outro como legítimo outro, primando pela sabedoria da convivência, lidando com os erros como oportunidades de mudança e atribuindo valores às ações por meio de uma postura reflexiva no ambiente no qual se está inserido. Um espaço reflexivo que permita ao sujeito se perguntar: “Como estou fazendo, como estou lidando com isso?” (ROSSETTO, 2010)

Para Maturana,

[...] o educar se constitui no processo em que a criança ou o adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro, se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente como do outro no espaço de convivência. O educar ocorre, portanto, todo o tempo e de maneira recíproca. Ocorre como uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver, e o resultado disso é que as pessoas aprendem a viver de uma maneira que se configura de acordo com o conviver na comunidade em que vivem. A educação como “sistema educacional” configura um mundo, e os educandos confirmam em seu viver o mundo que viveu em sua educação (MATURANA, 1997b, p. 29).

Nesse sentido, Rossetto (2010) expõe que Maturana nos leva a refletir acerca da finalidade da educação e da prática educativa passando da busca mercadológica como objetivo educacional para a melhor qualidade do conviver

humano. A educação é sempre para que os seres humanos, por motivos diversos, selecionem consciente ou inconscientemente, seus objetivos do educar.

Para Maturana (1998) isso se dá de uma forma intersubjetiva. Em outras palavras, as ações são construídas nas relações, mas de uma maneira autônoma e partilhada ao mesmo tempo. Se entendermos a importância do processo relacional na ação educativa, se a formação do outro como totalmente outro se constitui como objetivo da educação, então é preciso repensar as interações em que o educando possa confrontar-se como autônomo e construir sua autoconsciência, que se exercita nas relações.

A autoconsciência não está no cérebro—ela pertence ao espaço relacional que se constitui na linguagem. A operação que dá origem à autoconsciência está relacionada com a reflexão na distinção do que distingue, que se faz possível no domínio das coordenações de ações no momento em que há linguagem. Então a autoconsciência surge quando o observador constitui a auto-observação como uma entidade ao distinguir a distinção da distinção no linguajar (MATURANA,1998,p. 28).

Em seu artigo, Rossetto (2010) insiste que a autoconsciência passa a ser uma consciência de si na relação, já que é na relação que se estabelece a identificação do outro como legítimo outro. O conhecimento é compreendido como organização do vivo nas relações que vão vivenciando como fenômenos. O próprio ato de conhecer-viver se constitui em uma leitura da relação cognoscente-vivente.

Por isso, nesta perspectiva, o conhecer-viver é elemento fundamental no processo de conscientização. Outro aspecto importante a considerar, além da autoconsciência, é a permanência do processo educativo.

Nesse sentido, os espaços de educação, importantíssimos, são aqueles criados pelo grupo social para além do convívio do núcleo familiar. Valorizar e possibilitar o conviver nos espaços educativos é o caminho para existencializar o conhecer-viver e assumir a cultura como uma das dimensões do convívio de tal modo que se torne – ela, cultura – cada vez mais humanizante, já que, ao mesmo tempo, é comunicada aos sujeitos e transformada por eles na congruência.

Ademais, o processo educativo, “ocorre como uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver, e o resultado disso é que as pessoas aprendem a viver de uma maneira que se configura de acordo com o conviver da comunidade em que vivem” (MATURANA, 1998, p.29).

Diante disso, no conviver como processo educativo, a transformação estrutural ocorre a partir da compreensão sistêmica. Assim, qualquer ação

comunicada interfere na totalidade do sujeito. Por isso a mudança é estrutural. E, mais ainda, não despreza o acúmulo que as experiências anteriores do conviver lhe oferecera, ao contrário, as considera como elementos constitutivos no novo ato do conviver.

Assim, o ato de aprender se constitui em um fenômeno complexo que envolve as múltiplas dimensões do humano em seu indissociável processo de ser e estar no mundo, uma integração no ser e no fazer consigo mesmo e como outro. Todavia, é relativo às mudanças estruturais que ocorrem nos seres de maneira contingente às histórias de suas interações. Sempre aprendemos o que nossa estrutura permite aprender.

Nesse contexto, o papel do professor deve ocorrer de maneira diferente do que presenciamos na educação tradicional que ainda ocorre em muitas de nossas salas de aula. Nesta, a interação professor-aluno está alicerçada na perspectiva de que a transmissão do conhecimento é planejada a partir de objetivos que especificam o tipo de resposta que a criança deve dar, delimita-se previamente a conduta particular que se espera na execução e o que deve ser usado como ferramenta física ou conceitual para essa realização.

Já na abordagem sistêmica, a relação professor-aluno transforma-se de maneira congruente. É vista como um processo de aprendizagem coletiva pautado em alterações contínuas e recíprocas. O que o professor ensina precisa ter significado para ele próprio, com o ser e o fazer o mais próximo possível na sua atuação. Essa parece ser uma preocupação de Maturana para a efetivação do processo de aprendizagem.

Percebe-se aí uma mudança nos papéis e responsabilidades entre as partes envolvidas no processo de aprendizagem. Portanto, cabe ao professor buscar priorizar não o que se aprende, mas a partir de qual perspectiva o aluno aprende, interrogando-se sobre qual é seu lugar no contexto escolar.

O professor deve reconhecer que existem formas variadas de ensinar que exigem novos posicionamentos em relação à diferença, com ações pautadas para além da transmissão de conhecimentos, baseada na cooperação, solidariedade e respeito às diferenças. Para Maturana (2001), o professor necessita da reflexão para desenvolver sua relação de trabalho com os alunos.

Maturana e Varela (2001) dizem que esta prática de reflexão do professor sobre suas experiências e seus atos trata-se de um desafio a ser conquistado ao

longo do tempo. Para tanto, eles apontam que se faz necessário abandonar as maneiras de olhar já incorporadas em nós como pensamentos habituais, suspender os pensamentos condicionados culturalmente e exercitar o olhar e a escuta da experiência em toda sua expressão, abertos ao espaço para o conhecimento da experiência e da conduta.

Nessa perspectiva, a aprendizagem é considerada como um processo vital de contínua mutabilidade. Para Maturana e Rezepka (2000), o ambiente escolar deve cuidar para criar condições em que os educandos convivam a partir de seus processos autopoiéticos, de modo que ampliem sua capacidade de ação e reflexão no mundo em que vivem, contribuindo com sua preservação e transformação no meio ambiente.

Dessa forma, percebe-se que a experiência de Maturana sobre a educação o tem levado a compreender que educar é conviver em um espaço de aceitação recíproca onde haja o respeito, a compreensão, e não meramente aprender conteúdos acadêmicos. Não basta simplesmente ensinar, por exemplo, o que é democracia senão viver democraticamente na diversidade e no respeito às diferenças de cada um.

Como enfatiza Maturana (2000), falar em educação, em seres humanos, implica falar em valores que, em vez de serem ensinados, devem na realidade ser vividos no cotidiano de cada um. Desnecessário seria dizer que tudo o que foi exposto nos sinaliza para a necessidade de desenvolvermos modalidades alternativas de constituição de uma compreensão do mundo, renunciando ao pragmatismo e à suposta objetividade que constituem o cerne do pensamento moderno.

Pode-se dizer que Maturana não nos apresenta uma nova teoria, mas nos coloca diante de outra corrente de pensamento, que propõe a criação de um espaço para reflexão a partir da nossa própria experiência sobre a origem do nosso pensamento e de nossas ações.

É preciso destacar que o processo de aprendizagem se dá pelo olhar contextualizado na maneira de se estudar e compreender o ser humano e na forma como o processo de desenvolvimento é concebido. É a totalidade que orienta o olhar desse autor com relação à concepção de mundo e de sujeito. Suas ideias nos mostram a necessidade, enquanto educadores e seres humanos, de criarmos

alternativas de constituição da realidade e do contexto que nos cerca, tentando descartar o pragmatismo, a fragmentação e a objetividade na forma como são utilizados pelo pensamento moderno.

No decorrer deste texto tentamos mostrar que a proposta de Maturana é uma proposta reflexiva articulada a uma mudança epistemológica que se contrapõe a uma realidade independente do viver do observador, isto é, se contrapõe a existência de uma realidade independente do que fazemos ao nos referirmos a ela.

Nessa perspectiva, entende-se que o pensamento sistêmico contribui para outro olhar ao se estudar os sujeitos da educação uma vez que, ao interagir com essa abordagem, a leitura que se faz a respeito desse contexto adquire outro contorno, delineando-se um novo caminho a ser percorrido. Essa abordagem nos conduz a uma educação mais holística, com um olhar voltado ao sujeito na sua totalidade – indivíduo - e contexto pensados como um conjunto de relações, logo, descartando-se qualquer vestígio de fragmentação e explicações simplistas.

Esse pensamento, portanto, trabalha com a compreensão da existência de um mundo através de uma rede de relações e conexões pautadas em uma perspectiva sistêmica de desenvolvimento. Nesse sentido, conhecer a ontogenia do aluno é fundamental para se alcançar os objetivos de aprendizagem, o que facilitará a elaboração de recursos didáticos para cada temática estudada.

É importante registrar, ainda, que embora sejam muitas as obras de Humberto Maturana, tímidos são os estudos teóricos na esfera da educação que se dedicam ao seu pensamento. Assim, a presente discussão toca apenas uma parte de suas proposições no intuito de apontar a necessidade de avançar no esclarecimento e no adensamento dos estudos do autor, uma vez que ele traz contribuições importantes para se pensar o trabalho educativo.

2.2 A CONCEPÇÃO EDUCACIONAL DE PAULO FREIRE

Freire (1987) descreve aspectos essenciais para despertar o interesse pela educação, ressaltando a necessidade de o educando aproximar contextos de sua realidade, pois ao conhecer a sua realidade, pode ajudar a resolver situações cotidianas.

Na perspectiva freireana, o processo de educação parte dos dados obtidos pela análise da própria realidade de quem aprende. Não há educação neutra, já que

a realidade prevê a ação dos homens sobre ela. Se alguém apenas tem a informação sobre a realidade e não tem conhecimento de como agir para transformá-la, simplesmente aceita o que lhe é imposto. O conhecimento não deve ser usado somente para entender o mundo, mas também para recriá-lo e este processo de transformação é denominado práxis (FREIRE, 1987, 1996a).

Essa perspectiva descreve a educação como um encontro de interlocutores que procuram no ato de conhecer a significação da realidade e, na práxis, o poder da transformação. Entendemos por pedagogia em Freire, a ação que pode e deve ser muito mais que um processo de treinamento ou domesticação, mas também que nasce da observação e da reflexão e culmina na ação transformadora. Tais ações servem como ponto de partida para visualizar o poder do educador sobre o educando e como consequência a possibilidade de formar sujeitos ativos, críticos e não domesticados (FREIRE, 1987, 1996 a).

Nesse sentido, a educação é um ato de amor, por isso um ato de coragem. Não pode temer o debate. Não pode fugir à realidade sob pena de ser uma farsa (FREIRE, 1996a).

A experiência vivida pelo estudante ganha dimensão na investigação de situações cotidianas significativas, que nortearão a busca de um planejamento condizente com as expectativas dos educandos. Esse processo é chamado de investigação temática, ou seja, pressupõe o conhecimento da realidade dos estudantes que permeia uma série de etapas. Dentre elas, temos a descodificação, cuja característica é a reconstituição da situação vivida, quando aos poucos a consciência passa a refletir e agir. É nesse sentido que Delizoicov (1991, p.156) caracteriza as situações significativas:

(...) situações sócio historicamente determinadas, vividas pelo coletivo em seu cotidiano, (...) por estarem imbricadas com as contradições imediatas e mediatas da sociedade (...) Os dados da investigação obtidos pelos educadores, e se necessário com a assessoria especializada, serão analisados na perspectiva de obter como localmente se “escondem” as contradições maiores da sociedade, através das situações objetivamente vividas pelos sujeitos no dia-a-dia.

As situações significativas estão inseridas nas contradições, constituindo as “situações limites” e, embora sejam realidades objetivas, é necessário investigar o nível de consciência dos educandos.

Nesse contexto, Freire (1987) utiliza os termos de Goldman (1974) denominados de “consciência real efetiva” e “consciência máxima possível”. A consciência real efetiva relaciona-se à impossibilidade do educando de pensar além da situação limite, são situações consideradas intransponíveis. A este nível, Delizoicov (1991) considera como “concepções alternativas”, as quais são voltadas para o ensino de ciências. A consciência máxima possível, por sua vez, possibilita ao educando vislumbrar situações despercebidas. Freire (1987, p.109) destaca que “promovendo a percepção da percepção anterior e o conhecimento do conhecimento anterior, a descodificação desta forma, promove o surgimento de nova percepção e o desenvolvimento de novo conhecimento”.

É nesse processo que as situações existenciais passam a ser percebidas pelos estudantes, o que permite a transição do nível de consciência real efetiva para o nível de consciência máxima possível. Esse processo de integração interativa é significativo quando vinculado ao diálogo que contém no seu cerne a ação e a reflexão, aquele que leva o homem a novos níveis de consciência e, consequentemente, a novas formas de ação.

É importante ressaltar que a concepção dialógica de Freire visa contribuir para a reflexão do homem e seu compromisso com a sociedade a fim de torná-los capazes de transformações necessárias às práticas educativas e pedagógicas (FREIRE,1987,1996b). Em carta de Paulo Freire aos professores, o educador comenta:

(...) em nível de uma posição crítica,a que não dicotomiza o saber do senso comum do outro saber,mais sistemático, de maior exatidão,mas busca uma síntese dos contrários,o ato de estudar implica sempre o de ler, mesmo que neste não se esgote.De ler o mundo,de ler a palavra e assim ler a leitura do mundo anteriormente feita. Mas ler não é puro entretenimento nem tampouco um exercício de memorização mecânica de certos trechos do texto (FREIRE,2001,p.260).

Por isso, esse autor concebia a educação como um ato de construção de conhecimentos, ao invés de simples transmissão de informações. Ele enfatizava que uma escola mais gestora,apresentando discussões,calcada na sua teoria pedagógica-crítica e desenvolvendo a curiosidade epistemológica seria indispensável para uma aprendizagem crítica (FREIRE,1996 b).

As idéias da perspectiva freireana servem como orientação para o processo de formação docente no que se refere à reflexão crítica da prática pedagógica que implica em saber dialogar e escutar,que supõe o respeito pelo saber do educando e

reconhece a identidade cultural do outro. Não é por acaso que suas idéias se articulam com os interesses na formação do educador, não se perde de vista o caráter histórico do homem associado sempre à prática social.

Na compreensão desse autor, teoria é um princípio de inserção do homem na realidade como ser que existe nela; logo, se ela existe promove a sua própria concepção da vida social e política.

Ele defende que teoria é sempre a reflexão que se faz do contexto concreto, isto é, deve-se partir sempre de experiências do homem com a realidade na qual está inserido, cumprindo também a função de analisar e refletir sobre esta realidade, no sentido de apropriar-se de um caráter crítico sobre ela. Este caráter de transformação tem uma razão de ser, provém antes de tudo, da sua vivência pessoal e íntima numa realidade contrastante e opressora, influenciando fortemente todas as suas ideias (FREIRE, 1996 b).

Assim, a prática não pode ater-se à leitura descontextualizada do mundo, ao contrário, vincula o homem nessa busca consciente de ser, estar e agir no mundo num processo que se faz único e dinâmico. É apropriar-se da prática com os respaldos da teoria.

Sobre essa conceituação, Freire (1987, p.21) se expressa "a práxis, porém, é reflexão e ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo, sem ela, é impossível a superação de opressor-oprimidos". Portanto, a função da prática é a de agir sobre o mundo para transformá-lo nesse contexto em que a relação entre teoria e prática se centra na articulação dialética entre ambas, em que se a reflexão-ação estiver ausente, perde-se o processo de conscientização (FREIRE, 1987).

Dessa forma, o educador deve considerar que nesta perspectiva conseguirá superar a tendência tão frequente de trabalhar teoria e prática dissociadas entre si. Isto implica que o vínculo teoria e prática formam um todo em que o saber tem um caráter libertador e transformador, o que não será atingido se prevalecer uma educação bancária (FREIRE, 1996 b).

2.2.1 EDUCAÇÃO ANTIDIALÓGICA: CONCEPÇÃO BANCÁRIA DA EDUCAÇÃO

A teoria antidialógica apresenta as seguintes características: conquista, dominação, manipulação e invasão cultural, procedimentos utilizados por

“opressores”. Freire (1987) descreve a importância de se ter uma teoria para libertar-se, pois o oprimido reelabora a teoria de sua ação antidialógica necessariamente sem o povo, pois é contra ele, envolvendo interesses próprios (FREIRE, 1987).

A educação bancária pode ser considerada como sendo um exemplo de educação antidialógica, uma vez que se alicerça nos seguintes princípios: dominação, domesticação e alienação. As mesmas são transferidas do educador para o educando, através do conhecimento dado, imposto, alienado (FREIRE, 1987).

De fato, nessa concepção, o conhecimento é algo que, por ser imposto, passa a ser absorvido passivamente. Nela, o “saber” é a doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão, ou seja, a absolutização da ignorância que constitui alienação da ignorância, a qual se encontra sempre no outro (DELIZOICOV, 1983; FREIRE, 1987, 1996b).

O conceito de educação bancária está inserido na maioria das escolas, pois este pressupõe um processo de narração em que o educador apresenta a seus educandos, que anula o ser humano e o coloca como passivo na sociedade.

Nesse sentido, tem-se a ilusão de que através desse processo, a aprendizagem será facilitada pois o educando deve atentar-se somente à postura do educador, que aos poucos vai depositando o conhecimento. Este “depósito” é fragmentado e desconectado da realidade. Para Freire (1987), o nome desta concepção de educação é verbosidade alienada ou alienante, enfatizando nesses termos a memorização, como algo benéfico ao processo de ensino e aprendizagem (FREIRE, 1987).

Freire (1987) escreve sobre esse tipo de educação observando os seguintes aspectos

A narração que o educador é o sujeito, conduza os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mas ainda, a narração transforma em ‘vasilhas’, em recipientes a serem ‘enchidos’ pelo educador. Quanto mais vá ‘enchendo os recipientes com seus depósitos, tanto melhor é o educador’. Quanto mais se deixem docilmente ‘encher’, tanto melhores educandos serão (FREIRE, 1987, p.33).

Nesse contexto, o educador é aquele que detém exclusivamente o conhecimento, enquanto que o educando nada sabe. O saber se torna um processo de um mero ato de depositar conteúdos (FREIRE, 1987).

Nessa concepção, os educadores executam “comunicados” e “depósitos” em que os educandos memorizam, repetem e, posteriormente, arquivam as informações recebidas, “educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta destorcida visão de educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber” (FREIRE, 1987, p.33).

Para Freire (1987): “não é de estranhar, pois, que nessa visão ‘bancária’ da educação, os homens sejam vistos como seres de adaptação, do ajustamento. Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a inserção no mundo como transformadores dele, como sujeitos (FREIRE, 1987, p.34).

Assim, a domesticação de pessoas apresenta-se nítida no processo da educação bancária. Isto acontece também com a dicotomia existente entre o mundo e os homens, considerando o sujeito como algo que recebe e deposita as informações sem questionar ou desvelar os “porquês”. Por isso é importante romper com esse tipo de educação e problematizar as contradições locais por meio de uma educação problematizadora.

2.2.2 A PROBLEMATIZAÇÃO COMO BUSCA DO DIÁLOGO NA PRÁTICA EDUCATIVA

A educação problematizadora provém da análise crítica da realidade. É nesse momento que as contradições vivenciadas pelos sujeitos são exploradas, as chamadas “situações limites”, que se apresentam como codificações para que possam ser problematizadas. Neste contexto, Freire (1987, p.40) afirma:

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e como mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mais precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez desalienada.

A reflexão e a consciência são constituídas por meio das análises da própria realidade, em que homens e mundo são formados, simultaneamente, e desenvolvem seu poder de captação e de compreensão do mundo e suas respectivas transformações, estabelecendo formas autênticas de pensar e atuar,

buscando como base o diálogo para nortear o processo de libertação (FREIRE,1987).

Sob o ponto de vista da problematização, observa-se que há duas dimensões: a pedagógica e a epistemológica. Na concepção epistemológica, Delizoicov (1991) baliza as idéias de Freire e Bachelard (1996) acerca da aquisição de conhecimento científico, uma vez que ambos enfocam a “matriz problematizadora” do conhecimento e a apreensão do conhecimento pelo estudante, por meio da problematização. Enquanto Freire (1987) considera a curiosidade epistemológica como sendo um fator indispensável para movimentar o processo de conhecimento, Bachelard (1996) destaca a importância de saber formular questões para um conhecimento científico (GEHLEN, 2009).

No âmbito da dimensão epistemológica, Delizoicov (2001) aponta características sobre a problematização no contexto pedagógico.

Em síntese, esse autor argumenta que:

Um processo pelo qual o professor, ao mesmo tempo em que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja, questiona-os também. Se de um lado o professor procura as possíveis inconsistências internas aos conhecimentos emanados das distintas falas dos alunos para problematizá-las, tem, por outro, como referência implícita, o problema que será formulado e explicitado para os alunos no momento oportuno, bem como o conhecimento que deverá desenvolver como busca de respostas (DELIZOICOV, 2001, p.133)

Nesse sentido, a problematização é uma ponte que ocasiona a junção entre o conhecimento trazido pelos estudantes e o conhecimento científico, pois a sequência do conteúdo científico abordará elementos que serão pedagogicamente problematizados e dialogados com os estudantes.

Destaca-se, também, a necessidade de o homem entender sua vocação ontológica, como ponto de partida para se obter nessa análise uma consciência libertadora. Em outras palavras, o homem só chegará a consciência do seu contexto e do seu tempo, por meio de uma relação dialética com a realidade. Desta maneira, terá criticidade para aprofundar seus conhecimentos e tomar atitudes frente a situações objetivas, fundando a criatividade e estimulando a reflexão e ação verdadeiras dos homens sobre a realidade, que responderá sua vocação ontológica, partindo da historicidade dos homens (FREIRE, 1987).

Por isto mesmo é que os reconhece como seres que estão sendo, como seres inacabados, inconclusos e comum a realidade, que sendo histórica também é inacabada. Na verdade, diferentemente dos outros animais, que são apenas inacabados. Têm a consciência de sua inconclusão. Aí se encontram as raízes da educação mesma como manifestação exclusivamente humana. Isto é nas inconclusas dos homens e na consciência que dela têm. Daí que seja a educação um que fazer permanente. Permanente, na razão da inconclusão dos homens e do devenir da realidade (FREIRE, 1987, p.42).

Deriva-se, nesse contexto, o termo denominado práxis, cuja educação se refaz constantemente, reforça as atitudes e mudanças, enraizando-se no presente dinâmico e se faz revolucionária. A prática problematizadora propõe aos homens sua situação como problema e, assim, educadores e educandos se fazem sujeitos do processo “a incidência da ação transformadora dos homens, de que resulte sua humanização” (FREIRE, 1987, p.43).

Portanto, a educação problematizadora é uma construção, cujo processo desvela a realidade e insere o homem como um ser que está no mundo e, é capaz de intervir na realidade. A perspectiva freireana embasa-se no diálogo como principal categoria na prática pedagógica, não somente para alfabetizar, mas também para despertar na pessoa uma consciência crítica.

Entretanto, quando se debruça nesse emaranhado de ideias, verifica-se que há duas vertentes, a ação e a reflexão, sendo que estas se convergem para o termo chamado práxis, resultando numa palavra verdadeira que é transformar o mundo. Logo, ressaltamos a importância de não enfatizar somente a ação, nem tampouco a reflexão, pois se exclusivizar a primeira tornar-se-á ativismo (ação pela ação). Do contrário, se privilegiara reflexão transformar-se-á em verbalismo, “não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão” (FREIRE, 1987, p.44).

O diálogo é o encontro das pessoas que são mediatizadas pelo mundo, cujas palavras ditas devem expressar a verdade, pois por meio da práxis o homem transforma o mundo. Neste sentido é que educadores e educandos devem buscar o diálogo em um processo humanizado. O professor não pode representar um ser inatingível com poder absoluto que impõe sua palavra de tal forma impedindo questionamentos por parte dos educandos. É necessário permitir uma espécie de sintonia e ligação entre a concepção do estudante e o conhecimento do professor.

Para Freire (1987, p.46):

A auto-suficiência é incompatível como diálogo. Os homens que não tem humildade ou a perdem, não podem aproximar-se do povo. Não podem ser seus companheiros de pronúncia do mundo. Se alguém não é capaz de sentir-se e saber-se tão homem quanto os outros, é que lhe falta ainda muito para caminhar, para chegar ao lugar de encontro com eles. Neste lugar de encontro, não há ignorantes absolutos, nem sábios absolutos: há homens que em comunhão, buscam saber mais.

É necessária a dialogicidade entre educador e educando, constituindo uma troca de informações estabelecidas ou não, cujo objetivo seja aprender mais. É neste contexto que as observações do cotidiano podem influenciar no aprendizado dos estudantes, tanto na sua maneira de ver o mundo, quanto compreender e caracterizar as manifestações da natureza. Pode ser que a grande influência das observações e informações recebidas de todo tipo causem preconceitos e/ou uma visão ingênua sobre determinado conceito que, ao interagir com o conteúdo da escola, pode dificultar o processo de ensino e aprendizagem. Freire (1987, p.45) aponta a importância do diálogo como sendo fator essencial:

Por isto, o diálogo é uma exigência existencial. E se ele é o encontro em que se solidariza o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar idéias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de idéias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 1987).

Portanto, o diálogo pode proporcionar a problematização de situações, o que possibilita ao estudante participar ativamente na sociedade e no processo de ensino e aprendizagem. Assim, o ambiente de aprendizagem deixa de ser comparado a um auditório no qual o professor atua como um palestrante e o aluno apenas um mero espectador. Ambos desenvolvem uma relação dialética, cujo conhecimento é construído como uma via de mão dupla. Nesta ocasião, os saberes prévios ou consolidados na visão dos estudantes e do domínio do educador, são discutidos e negociados. E assim, os diversos pontos de vista podem conduzir a uma situação de aprendizagem mais significativa.

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Abordamos, neste capítulo, o contexto dos participantes da pesquisa e também todos os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados e a elaboração da Sequência Didática.

3.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Em relação à forma de abordagem do problema, Silva e Menezes (2001) preconizam que o tipo de pesquisa utilizado para este estudo é a qualitativa, que considera uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito; isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, uma vez que o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

O pesquisador qualitativo assume que o comportamento dos participantes é significativamente influenciado pelo contexto em que vive. Por isso, procura manter-se presente no local de pesquisa, pois considera os dados como fenômenos que se manifestam em uma complexidade de relações. Tais dados são descritos com minúcias, não deixando passar despercebidos os gestos, as imagens, as palavras e, até mesmo, o silêncio.

O pesquisador deve procurar analisar os dados, respeitando a forma como aparecem no contexto da pesquisa, considerando que nada é corriqueiro, tudo tem potencial para constituir uma pista, que lhe permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do objeto de pesquisa; enfim, o processo é mais significativo que os resultados ou o produto (SILVA; MENEZES, 2001).

O interesse maior ao estudar um determinado fenômeno ou problema, que é real e concreto, é acompanhar o seu desenvolvimento e verificar como ele se manifesta no contexto da pesquisa; a análise dos dados na pesquisa qualitativa é feita de maneira indutiva.

Nesse sentido, o pesquisador procura alcançar uma compreensão global do fenômeno pesquisado, assumindo uma postura flexível e aberta perante o

cenário e os sujeitos da pesquisa, cujas interpretações são construídas à medida que os dados do fenômeno pesquisado surgem em um determinado contexto. Não se trata, pois de montar um quebra-cabeça, cujo final é conhecido previamente, mas sim de uma construção que vai ganhando forma à medida que se colhem e analisam dados; faz-se necessário ultrapassar a aparência imediata dos fenômenos, na pretensa busca em descobrir a sua essência, ou seja, o pesquisador qualitativo considera o significado que os sujeitos dão às coisas como foco principal da pesquisa.(SILVA; MENEZES,2001)

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (PORTELA; GERHARDT; SILVEIRA, 2008)

Para que as características da pesquisa qualitativa, acima descritas, fossem alcançadas, foi utilizado a Análise do Conteúdo (AC),que pode ser definida como um conjunto de instrumentos metodológicos, em constante aperfeiçoamento, que se presta a analisar diferentes fontes de conteúdos verbais ou não- verbais. (SILVA; FOSSÁ,2015)

Quanto à interpretação, a AC transita entre dois polos: o rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade. É uma técnica refinada, que exige do pesquisador, disciplina, dedicação, paciência e tempo; faz-se necessário, também, certo grau de intuição, imaginação e criatividade, sobretudo na definição das categorias de análise, jamais se esquecendo do rigor e da ética, que são fatores essenciais (FREITAS; CUNHA; MOSCAROLA, 1997).

No que tange às diferentes fases inerentes à AC, alguns autores diferenciam o uso de terminologias, entretanto, apresentam certas semelhanças (TRIVIÑOS,1987). Tendo em vista tamanha diversidade, mas ainda assim,a aproximação terminológica, elegemos como balizador deste estudo, as etapas da técnica propostas por Bardin (2006), que são organizadas em três fases: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A primeira fase, a pré-análise, é desenvolvida para sistematizar as ideias iniciais colocadas pelo quadro referencial teórico e estabelece indicadores para a interpretação das informações coletadas. Esta fase compreende a leitura geral do material eleito para a análise, no caso, o questionário. De forma geral, efetua-se a organização do material a ser investigado, para que o analista possa conduzir as operações sucessivas de análise.

Essa fase compreende: a) Leitura flutuante: é o primeiro contato com os documentos da coleta de dados, momento em que se começa a conhecer os textos, entrevistas e demais fontes a serem analisadas; b) Escolha dos documentos: consiste na definição do corpus de análise; c) Formulação das hipóteses e objetivos: a partir da leitura inicial dos dados; d) Elaboração de indicadores: a fim de interpretar o material coletado. (BARDIN, 2009)

É importante ressaltar que a escolha dos dados a serem analisados, obedece a orientação das seguintes regras: 1) Exaustividade: refere-se à deferência de todos os componentes constitutivos do corpus, que segundo Bardin (1977) o ato de exaurir significa não deixar fora da pesquisa qualquer um de seus elementos, sejam quais forem as razões; 2) Representatividade: no caso da seleção, se houver um número muito elevado de dados, pode efetuar-se uma amostra, desde que o material a isto se preste, ou seja, a amostragem seja rigorosa e a amostra seja uma parte representativa do universo inicial (BARDIN, 2009); 3) Homogeneidade: os documentos retidos devem ser homogêneos, obedecendo a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora dos critérios. (4) Pertinência: significa verificar se a fonte documental corresponde adequadamente ao objetivo suscitado pela análise (Bardin,1977), ou seja, esteja concernente com o que se propõe o estudo.

Ressaltamos a necessidade da preparação do material, que constitui uma fase intermediária e compreende a reunião de todo material para tratar as informações coletadas (no caso, questionário), com vistas à preparação formalizada dos textos. É importante destacar que as observações, realizadas pelo analista, têm um cunho enriquecedor quando da análise dos textos, pois consideram que estas expressam com fidedignidade outros cenários de comunicação.

Concluída a primeira fase, parte-se para a exploração do material, que constitui a segunda fase. A exploração do material consiste na construção das operações de codificação, considerando-se os recortes dos textos e, a partir destes registros, definem-se as regras de contagem, a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas. (BARDIN, 2009)

Bardin (1977) define codificação como a transformação, por meio de recorte, agregação e enumeração, com base em regras precisas sobre as informações textuais e representativas das características do conteúdo. Nesta fase, todo o material coletado é recortado em unidades de registro, compreendendo os parágrafos de cada resposta.

Desses parágrafos, as palavras-chaves são identificadas e faz o resumo de cada parágrafo para realizar uma primeira categorização. Estas primeiras categorias, chamadas de iniciais, são agrupadas de acordo com temas correlatos. As categorias iniciais são agrupadas tematicamente e originam as categorias intermediárias e estas são aglutinadas em função da ocorrência do tema que resultam nas categorias finais. Assim o texto do questionário é recortado e deste registro (palavras, frases e parágrafos), agrupa-se, tematicamente, em categorias iniciais, intermediárias e finais, que possibilitam as inferências.

Por esse processo indutivo ou inferencial, procura-se não apenas compreender o sentido da fala dos entrevistados, mas também se busca outra significação ou outra mensagem através ou junto da mensagem primeira (FOSSÁ, 2003).

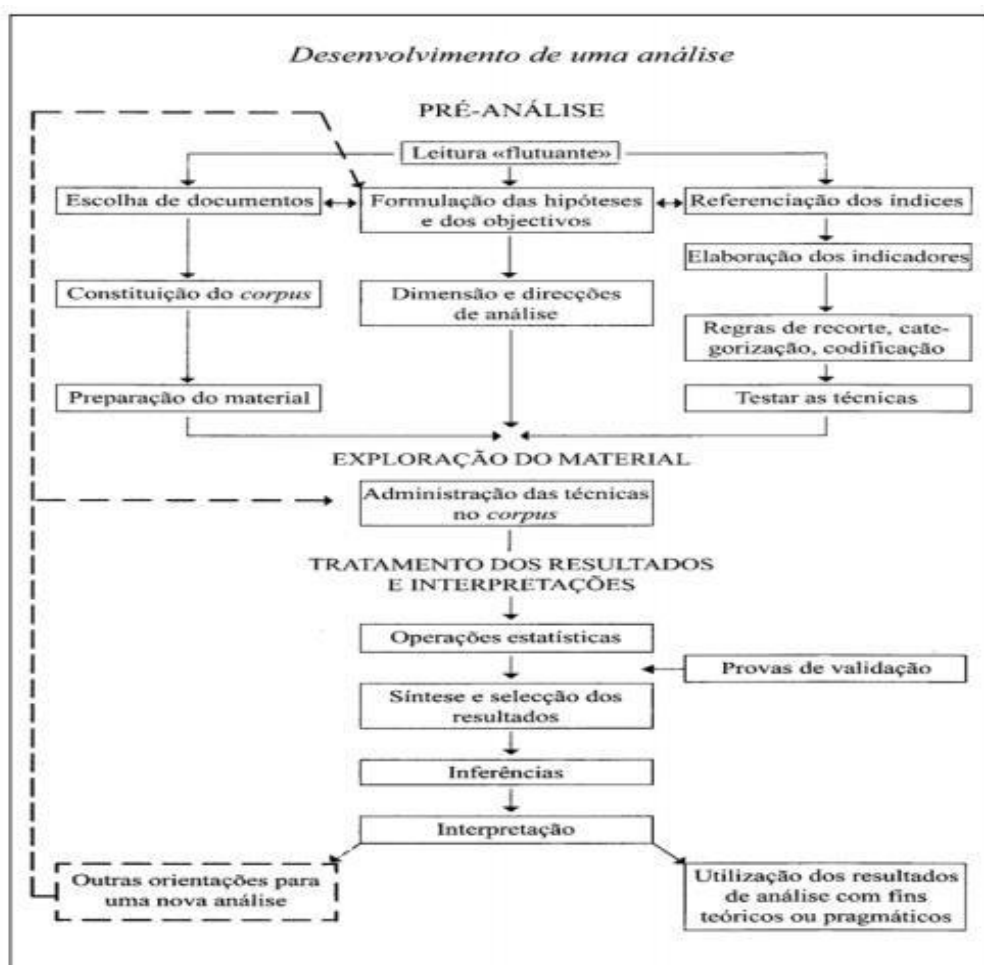
A terceira fase compreende o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, que consiste em captar os conteúdos manifestos e latentes contidos em todo o material coletado no questionário.

A análise comparativa é realizada através da justaposição das diversas categorias existentes em cada análise, ressaltando os aspectos considerados semelhantes e os que foram concebidos como diferentes. Em síntese, o método de análise de conteúdo compreende as seguintes fases: 1) leitura geral do material coletado (entrevistas e documentos); 2) codificação para formulação de categorias de análise, utilizando o quadro referencial teórico e as indicações trazidas pela leitura geral; 3) recorte do material, em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos) comparáveis e como mesmo conteúdo semântico; 4) estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro (passagem de dados brutos para dados organizados); a formulação destas categorias segue os princípios da exclusão mútua (entre categorias), da homogeneidade (dentro das categorias), da

pertinência na mensagem transmitida (não distorção), da fertilidade (para as inferências) e da objetividade (compreensão e clareza); 5) agrupamento das unidades de registro em categorias comuns; 6) agrupamento progressivo das categorias (iniciais → intermediárias → finais); 7) inferência e interpretação, respaldadas no referencial teórico.

Com o intuito de tornar mais claro a sequência dos passos previstos no método de análise de conteúdo, apresenta-se a ilustração, esquematizada por Bardin (1977), através das seguintes etapas, constantes na Imagem abaixo (Fig.8):

Figura 8- Passos-Análise de Conteúdo



Fonte:(Bardin,1997)

3.2 PARTICIPANTES E CONTEXTO DA PESQUISA

A instituição de ensino em que foi realizada a pesquisa é a Escola Estadual José Antônio Pereira, situada na região oeste do município de Campo Grande, MS. A escola contém 10 (dez) salas de aula, biblioteca, sala de tecnologia, secretaria, sala de coordenação, direção e sala de professores. Uma área de convivência boa, onde os alunos realizam a merenda e cozinha ampla e bem arejada.

Como a participação era voluntária, os alunos foram convidados a participar da presente pesquisa. São eles: 30 alunos de uma turma do 3º Ano do Ensino Médio (EM), do período matutino, no ano de 2017. Os estudantes provêm de famílias que vivem nos bairros próximos à escola, ou do próprio bairro, que já são conhecidos de muitos professores (principalmente os efetivos), que também moram nas proximidades. Esta classe foi escolhida, pois os professores da área apontaram uma deficiência na área Biológica, talvez causada por uma intensa mudança de professores de Ciências desde o 9ª ano do Ensino Fundamental (EF).

Cada participante leu atentamente um Termo de Assentimento (TA) elaborado pela pesquisadora e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), onde foi especificada a proposta, o objetivo de sua participação na pesquisa, para posteriormente assiná-lo. Os pais dos alunos, também, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a participação dos mesmos.

Todos os documentos necessários para a realização da pesquisa foram encaminhados ao Comitê de Ética em pesquisa com seres humanos, da UFMS, para a aprovação.

3.3 PROCEDIMENTO PARA A PRODUÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA

A produção dos dados ocorreu a partir da aplicação de um questionário (APÊNDICE D) com o intuito de levantar conhecimentos prévios e, em linhas gerais, foi composto por dez questões, contendo a temática Genética Mendeliana, sendo sete questões dissertativas e três questões de múltipla escolha. Em todas as questões foi pedido que o aluno justificasse sua resposta.

A partir da análise do questionário, foi elaborada e aplicada uma Sequência Didática (SD) aos alunos participantes, que gerou o produto desta pesquisa. Ambos, questionário e SD, foram analisados sob a ótica da Análise de Conteúdo.

3.3.1 ELABORAÇÃO DE DADOS SOBRE O REFERENCIAL CURRICULAR

Este instrumento procurou identificar como o aluno aplica os conceitos fundamentais em genética na Resolução de Problemas (RP): formação de gametas, determinação de genótipos, separação e localização de alelos nos cromossomos; e ainda, se o aluno usa o quadro de Punnett e a simbologia genética de forma contextualizada na RP que envolvem esta situação.

As questões foram genericamente organizadas em dois grupos, que se complementam em suas exigências. O primeiro grupo está mais relacionado ao domínio conceitual de certos termos básicos utilizados em genética. O segundo grupo foi elaborado para identificar as estratégias de resolução de problemas e domínio conceitual em questões de Genética Mendeliana mais complexa e de estratégias, como o quadro de Punnett, na RP, que envolvia a formação de gametas e determinação de genótipos em um cruzamento hipotético; e ainda, como articula a segregação independente dos alelos.

Na prática, há dois objetivos: um deles é permitir que o aluno ao avançar na solução dos problemas, tenha a oportunidade de raciocinar sobre a estratégia que adotou para resolver cada questão e os conceitos que utilizou; o outro será facilitar a nossa compreensão durante a análise dos dados, sobre os motivos que o levaram a escolher determinado caminho de resolução e como aplicou os conceitos na questão.

A verificação da análise dos dados foi empreendida junto aos alunos, seguindo a solicitação de que sempre justificassem suas respostas e foram estas justificativas que nos orientaram a supor quais linhas de raciocínio foram seguidas para a RP.

Nessa situação, entendemos que o emprego direto de um algoritmo precisa ser antecedido da interpretação do enunciado da situação e da determinação do genótipo dos pais, para então usar o quadro de Punnett. Isto permitiu o uso do questionário como instrumento de apoio para a construção e estruturação de uma Sequência Didática (SD), contendo atividades, que envolveram situações problemas, para RP. Estes propiciaram ao aluno apropriar-se dos conceitos sobre a Genética Mendeliana,

por meio da construção e contextualização destes conhecimentos. Isto ocorreu após a verificação dos conhecimentos dos alunos, diante dos resultados do questionário.

3.3.2 PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE DADOS DA SD

A SD foi constituída de atividades, contendo Resolução de Problemas (RP), referentes aos conteúdos que os alunos tiveram mais dificuldades em resolver no questionário aplicado inicialmente.

Com base nisso, todas as falas dos alunos, durante o desenvolvimento das atividades da SD, foram gravadas digitalmente para registro das interações verbais; sendo que nas aulas práticas, como a atividade de realização de um cruzamento hipotético, a dinâmica e o comportamento deles foram observados e apontados em um diário de campo.

Para a análise dos resultados do desenvolvimento da SD, utilizamos os pressupostos de ensino e aprendizagem de Maturana e Freire. Desta forma, ressaltamos o pensamento de Maturana (1996), que é no conviver como processo educativo, que ocorre a transformação estruturada, a compreensão e aquisição do conhecimento, e, onde o uso da linguagem interfere diretamente nessa mudança, isso sem desprezar as experiências anteriores, mas proporciona que novos elementos sejam agregados aos conhecimentos anteriores.

De antemão, destacamos que a pesquisa foi desenvolvida em Etapas. Na Etapa I, tivemos o objetivo de sensibilizar os alunos para os temas DNA, genes, Genética; na Etapa II, propiciamos a elucidação da localização das informações genéticas e relação entre DNA e gene; na Etapa III, esclarecemos como ocorre a transmissão das características genéticas, através da formação de gametas e da meiose; na Etapa IV, destacamos a importância da real compreensão do quadro de Punnett, relacionando-o com a formação dos gametas e, conseqüentemente, com a meiose; e na Etapa V, retomamos o questionário e o respondemos com os alunos, porém não como intuito de fazê-los refazer os exercícios, mas que pudessem visualizar de maneira empírica os conhecimentos trabalhados no decorrer da SD e como os processos mentais se transformaram após todo esse processo. Veja quadro abaixo (Quadro 2):

Quadro 2- Etapas/Procedimentos utilizados

ETAPAS	PROCEDIMENTOS UTILIZADOS
Etapa I	Discutimos as concepções gerais da turma sobre o conceito de DNA, gene, cromossomos, através da sensibilização realizada através de um trecho do filme Gattaca- Experiência Genética de 1997.
Etapa II	Realizamos através de aula expositiva, com auxílio de recursos (vídeo), a elucidação da relação entre DNA e gene e onde se localizam as informações genéticas.
Etapa III	Explicamos com o auxílio de uma aula em Power Point como ocorre a transmissão das características genéticas, explorando a formação dos gametas através da meiose e a fecundação.
Etapa IV	Realizamos um jogo confeccionado em E.V.A., onde os alunos explicitaram como ocorre a fecundação dos gametas, que possuem genes situados em cromossomos, aglomerados formadores do DNA, que carregam determinadas informações genéticas e realizaram cruzamentos genéticos.
Etapa V	Retomada do questionário, em conjunto com os alunos, formando uma roda de discussões, não com o intuito de fazê-los refazer os exercícios em si, mas que pudessem visualizar, de maneira empírica, os conhecimentos trabalhados, no decorrer da SD; e, como seus processos de cognição se ampliaram e se transformaram com a utilização de RP, contidos na SD.

Fonte: elaborado pela autora

Reforçamos, que a SD foi elaborada após a análise do questionário aplicado aos alunos, para verificação de conhecimentos prévios, com o intuito de desenvolver atividades problemáticas, com conhecimentos mais aprimorados; por isso, primeiramente, analisamos os dados resultantes do questionário para que baseados neles propuséssemos uma SD mais contundente e eficiente em termos de tentar resgatar possíveis dificuldades que surgissem na apresentação do conteúdo referente à Genética Mendeliana.

Diante dessas concepções e das que já foram discutidas ao longo deste trabalho, apresentamos a seguir as etapas que compõe a SD por nós elaborada.

3.4 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As sequências didáticas (SD), segundo Carvalho (2012), dizem respeito a um conjunto de aulas sobre um determinado assunto escolar, em que cada atividade é cuidadosamente planejada de forma a fazer com que o aluno mobilize seus conhecimentos prévios para se chegar a uma alfabetização científica plena.

Similarmente, Zabala (1998, p.18) as definem como, “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos”.

De acordo com o autor, essas atividades a serem desenvolvidas em sala de aula estão diretamente relacionadas com as concepções de ensino dos professores, o que faz com que cada um preze por objetivos educacionais diferentes, e que leva à constituição de sequências didáticas com fases bem distintas (ZABALA,1998).

Motokane, Kawasaki e Oliveira (2010), por outro lado, colocam de forma mais detalhada as principais características das SD, segundo seus pontos de vista e vivências: participação ativa dos alunos, deixando de ser simplesmente ouvinte; atividades com duração programada para uma única aula; clareza dos conteúdos a serem trabalhados; produção de material escrito pelos alunos; utilização de materiais de apoio de diferentes tipos; professor como mediador dos conhecimentos e produções dos alunos e situação problematizadora como ponto de partida para a sequência.

Já Zabala (1998) acredita que as SD, segundo um referencial construtivista, devem possuir atividades que levem em consideração o conhecimento prévio dos alunos; que tenham conteúdos significativos; que estejam adequadas ao nível de desenvolvimento dos estudantes; que provoquem um conflito cognitivo entre o que o aluno já sabe e o que o professor espera que ele aprenda; que sejam motivadoras em relação à aprendizagem e que contribuam para a autonomia do aluno; tudo isso mediado pela figura do professor. Além disso, ele também diz que o tempo das sequências é variável de acordo com sua complexidade.

O autor acrescenta ainda, que as atividades de uma SD devem propiciar a aprendizagem não apenas de conteúdos conceituais, mas também procedimentais e atitudinais (ZABALA,1998). O modelo educacional vigente considera os conteúdos conceituais como os mais importantes a serem trabalhados em sala de aula, e de

modo geral, são aqueles contidos dentro de cada disciplina. Os conteúdos procedimentais são o “saber fazer” e dizem respeito às capacidades que o aluno desenvolve com o auxílio do professor e são, basicamente, divididos em técnicas, destrezas, estratégias de aprendizagem e raciocínio. Já os conteúdos atitudinais abrangem o estabelecimento e interiorização de regras e padrões de condutas e podem ser subdivididos em três níveis: as atitudes propriamente ditas; as normas e os valores (POZO; CRESPO, 2009).

Ainda dentro da organização dos conteúdos, Zabala (1998) diz que podem ser classificados em multidisciplinares, que é a organização tradicional dentro das diferentes áreas; interdisciplinaridade que pressupõe interação entre duas ou mais disciplinas e a transdisciplinaridade, quando há uma integração total entre elas. Dependendo do tema e da forma como ele será trabalhado, as SD permitem um grau maior ou menor de integração entre diferentes áreas do conhecimento.

A avaliação é outro momento muito importante das SD, mas não deve vir apenas na forma de uma prova ao final das atividades; deve ser processual e feita ao longo das atividades propostas na SD, para garantir que o desenvolvimento dos alunos quanto aos conteúdos trabalhados seja satisfatório (ZABALA,1998).

3.4.1 SD SOBRE GENÉTICA MENDELIANA

A SD proposta como produto desta pesquisa, contém cinco etapas que foram desenvolvidas em 6 horas/aula durante a disciplina de Biologia, com carga horária de duas horas/aula semanais. Como mencionado, a construção desta SD também se baseou em algumas idéias de Zabala, que define as SD como um “conjunto de atividades ordenadas estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA,1998,p.18).

Para Zabala (1998), as SD são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção pedagógica: o planejamento, a aplicação e a avaliação. Deste modo, elas ajudam a indicar a função que cada atividade tem na construção do conhecimento/conteúdo, bem como avaliar os resultados de cada uma delas, no processo de ensino e aprendizagem.

Com base nessas concepções, o Grupo de Estudo e Pesquisa em Formação de Professores e Ensino de Ciências, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul³, do qual fazemos parte, elaborou uma estrutura para SD, que adaptamos, conforme exposto a seguir (Fig. 9) e utilizamos para organizar as atividades da SD desta pesquisa.

Figura 9- Estrutura da SD adotada na presente dissertação

1. Tema da sequência didática;
2. Conteúdo;
3. Duração;
4. Objetivo(s);
5. Justificativa;
6. Descrição das atividades didáticas a serem desenvolvidas para alcançar os objetivos estabelecidos:
 - Objetivo(s);
 - Duração;
 - Conhecimentos trabalhados;
 - Metodologia;
 - Avaliação;
 - Recursos.

Fonte: adaptado de DAHER (2016)

Os itens 1, 2, 3, 4 e 5 já foram detalhados durante as discussões anteriores e serão sistematizados, mais uma vez, no produto que acompanha esta pesquisa. A seguir, apresentamos a descrição sucinta das atividades que compõem a SD, contemplando o item 6 da Figura 9.

³ Grupo criado em 2012 com o objetivo de contribuir com a formação continuada, inicial de professores na área de Ciências e Educação Ambiental do estado de Mato Grosso do Sul

3.4.2 ETAPAS/ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As etapas foram organizadas, conforme descrevemos a seguir.

ETAPA I – APRESENTAÇÃO DO FILME GATTACA

Objetivo: sensibilizar os alunos para os temas DNA, genes, Genética.

Duração : 1 hora/aula.

Conhecimentos Trabalhados: D.N.A., cromossomos, características genéticas, hierarquia genética.

Metodologia: para iniciar a etapa I, realizamos uma fala com o intuito de esclarecer aos alunos que eles assistiriam uma parte do filme Gattaca -Uma experiência Genética e solicitamos que prestassem muita atenção, pois ele não seria pausado para explicações, durante a exibição.

Link do filme: <https://www.youtube.com/watch?v=mV40nDD7gDk&t=713s>

Avaliação: a princípio, foi realizada uma conversa informal sobre as possíveis dúvidas ou considerações dos alunos sobre o filme. Pedimos que todas as dúvidas fossem anotadas, pois, ao final, faríamos uma roda de discussões e explicações de dúvidas. Com base nelas, as demais etapas foram/serão elaboradas.

Recursos: Data show e notebook.

Reflexão sobre a atividade: durante essa atividade foi percebido que o trecho do filme apresentado fez com que os alunos ficassem atentos para essa temática e que colocassem suas próprias percepções sobre o tema. Surgiram algumas concepções um pouco equivocadas, porém, o importante foi o início de discussões sobre o tema que foi o objetivo inicial da atividade. Porém respeitando suas ontogenias acreditamos que se iniciou um processo de mudança estrutural como acrescenta Maturana e Varela.

A palavra aprendizagem está associada ao ato de aprender, ou seja, captar algo. Mas, como destaca Maturana (2001b), a aprendizagem não é a captação do nada, mas sim o ato de transformar-se em um meio particular de interações recorrentes. Ao criar um ambiente de aprendizagem, um filme elucidativo, por exemplo, o professor está estabelecendo um domínio social, um espaço de

interação; no entanto, será um domínio de aprendizagem, se propiciar condições para que ocorram interações (através da linguagem) entre os participantes, o que lhes permitirá coordenações das ações e coordenações das coordenações (meta cognição).

A função básica da linguagem não é de transmitir informações ou descrições de um universo independente sobre o qual falamos, mas criar um domínio consensual de comportamento entre os sistemas, que interagem linguisticamente, através do desenvolvimento de domínio (MATURANA, 1970).

ETAPA II – APRESENTAÇÃO DE VÍDEO EXPLICATIVO

Objetivos: propiciar a elucidação da localização das informações genéticas e relacionar DNA e gene.

Duração: 1 hora/aula

Conhecimentos Trabalhados: localização das informações genéticas, relação entre DNA e gene, conceitos mendelianos e como ocorre a transmissão das características genéticas.

Metodologia: aula dialogada sobre a célula, núcleo celular, carioteca, DNA, cromossomos, cromatina, entre outros assuntos, com duração de 1 hora. Durante a aula, o professor pode abordar, entre outras coisas: a localização do ácido dioxirribonucleico e ácido ribonucleico; núcleo interfásico; conceitos utilizados em genética mendeliana.

Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=qVzQb8aeuhA&t=559s>

Avaliação: após o vídeo, foram realizados alguns questionamentos, que foram prontamente respondidos por cerca de 70% dos estudantes.

Recursos: Datashow

Reflexão sobre a atividade: nessa atividade devido à necessidade de retomada de alguns conteúdos de séries anteriores houve uma dificuldade de comunicação inicial que felizmente foi quebrada com o surgimento de muitas dúvidas que foram, na medida do possível sendo sanadas. Notamos que os alunos estavam mais à vontade para realizar questionamentos e que nós também fomos mudando a expectativa em relação a essa atividade a qual chamamos de etapa II. Dessa forma, entendemos que ambos, o sistema vivo e o ambiente (entorno), modificam-se de modo coerente. O ser vivo age sobre o ambiente, que age sobre o ser vivo e, assim,

sucessivamente, estabelecendo mudanças numa relação circular. A esta relação, Maturana e Varela (1995) chamam de acoplamento estrutural, uma vez que sempre que o ser vivo e as circunstâncias mudam em conjunto, ocorre um processo denominado “deriva natural”.

ETAPA III – AULA EXPOSITIVA COM AUXÍLIO DE POWER POINT

Objetivos: explicar as diferenças entre Mitose e Meiose e elucidação de dúvidas quanto à formação de gametas.

Duração: 1 hora/aula

Conhecimentos Trabalhados: Mitose, Meiose e Gametogênese.

Metodologia: na etapa III, através de uma aula expositiva com o auxílio de imagens do Power Point (PPT) foram expostas as diferenças entre as divisões celulares que ocorrem nos seres vivos. Pontuamos quais células sofrem essas divisões, suas funções e todas as fases específicas de cada divisão. Quando a meiose foi exposta, chamamos a atenção para a formação de gametas (gametogênese) tanto a espermatogênese quanto a ovogênese.

Os alunos se mostraram muito interessados quanto à meiose e a gametogênese em geral. Foi um fato que nos surpreendeu, porém achamos relevante, já que este conceito é importante para o bom entendimento das transmissões hereditárias, que são o ponto focal de nossa pesquisa. Queremos deixar registrado que foi bastante pertinente e engrandecedor este momento.

Avaliação: perguntas realizadas pelos alunos sobre o tema, pois foi solicitado que fizessem perguntas e colocassem numa caixa que, após o término da aula, seriam respondidas.

Recursos: Datashow, Notebook, folhas de sulfite e lápis.

Reflexão sobre a atividade: Os alunos se mostraram muito interessados quanto à meiose e a gametogênese em geral. Foi um fato que nos surpreendeu, porém achamos relevante, já que este conceito é importante para o bom entendimento das transmissões hereditárias, que são o ponto focal de nossa pesquisa. Queremos deixar registrado que foi bastante pertinente e engrandecedor este momento.

ETAPA IV – EXPERIENCIAÇÃO DE UM JOGO – QUADRO DE PUNNETT

Objetivos: demonstrar a variedade de combinações genéticas possíveis em um determinado cruzamento e visualizar os alelos presentes em gametas masculinos e femininos a fim de realizar os cruzamentos possíveis.

Duração: 1hora/aula.

Conhecimentos Trabalhados: Cromossomos Homólogos; Genes; Alelos ;Gametas e quadro de Punnett.

Metodologia: aula prática sobre os cruzamentos hipotéticos. O jogo consiste em um painel feito de T.N.T mostrando um quadro de Punnett (1ª Lei de Mendel, ou seja, com quatro possibilidades de resultados após o cruzamento hipotético). Os genótipos foram esquematizados com gametas masculinos(espermatozoides) e gametas femininos(ovócitos II) para que o aluno visualizasse melhor o cruzamento, sabendo que “aquele gen alelo” está localizado dentro do DNA da célula sexual. Primeiramente, colocou-se um cruzamento de homozigotos recessivos e dominantes e foi chamado um aluno, que deveria realizar o cruzamento e escrever no quadro as proporções fenotípicas e genotípicas esperadas.

Avaliação: todos os alunos demonstraram interesse em fazer o cruzamento na prática, e, a partir daí, criávamos cruzamentos hipotéticos diferenciados e conversávamos sobre suas características específicas.

Avaliação: todos os alunos demonstraram interesse em fazer o cruzamento na prática, possibilitando cruzamentos hipotéticos diferenciados e uma conversa sobre suas características específicas.

Recursos: jogo em E.V.A. , T.N.T, lousa branca e canetas.

Reflexão sobre a atividade: Apesar de parecer simples, este jogo demonstrou que os alunos não tinham noção de que estavam fazendo anteriormente, quando faziam os cruzamentos no Quadro de Punnett. Tomando consciência que cada “letra” seria um alelo, ora paterno, ora materno, e que após a fecundação hipotética originariam uma gama de descendentes com determinadas características, houve aí um ganho de compreensão acerca da temática.

ETAPA V – RETOMADA AO QUESTIONÁRIO

Objetivos: retomar o questionário e responder em conjunto com os alunos as perguntas realizadas, não com o intuito de fazê-los refazer os exercícios mas sim, visualizar de maneira empírica os conhecimentos trabalhados no decorrer da SD, e como os seus processos mentais se transformaram após todo o processo.

Duração: 2 horas/aula

Conhecimentos Trabalhados: D.N.A.; cromossomos; características genéticas; hierarquia genética; localização das informações genéticas; relação entre DNA e gene; conceitos mendelianos e como ocorre a transmissão das características genéticas; Mitose; Meiose e Gametogênese; Cromossomos Homólogos; Genes; Alelos; Gametas e quadro de Punnett.

Metodologia: nesta etapa, foi notada uma grande participação dos alunos. Eles solicitavam para responder de forma voluntária, e, o mais importante, um aluno respondia e seu colega completava a resposta, o que mostra uma integração de objetivos, expectativas e conclusões. A professora/pesquisadora organizava a ordem das respostas e apenas as duas aulas programadas, a princípio, foram poucas, na medida em que a sala inteira participou como uma grande roda de conversa.

Avaliação: A professora/pesquisadora organizou a ordem das respostas e foi notado que apenas as duas aulas programadas a princípio foram poucas, na medida em que a sala inteira participou, como uma grande roda de conversa.

Recursos: questionário proposto em folha de sulfite.

Reflexão sobre a atividade: nesta etapa, foi notada uma grande participação dos alunos. Eles respondiam de forma voluntária, e o mais importante, um aluno respondia e seu colega completava a resposta, o que demonstra uma integração de objetivos, expectativas e conclusões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme já exposto anteriormente, esta pesquisa foi realizada numa sala de 3º ano do Ensino Médio (EM) com um grupo de estudantes, que vivia um momento bastante agitado na conjuntura da vida escolar. Enquanto esta pesquisa era realizada, os alunos viviam várias experiências concomitantes, como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), um instrumento de avaliação de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), realizado em todas as escolas, cujo resultado são as metas estabelecidas pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), calculado e divulgado a cada dois anos.

Ao unir o desempenho dos alunos no SAEB aos dados de fluxo escolar do Censo Escolar, o IDEB fornece indícios sobre a qualidade de ensino oferecido nas escolas de todo o país. Com base neste indicador, as escolas e os sistemas poderão formular, ou reformular, suas políticas educacionais, em uma busca constante pela melhoria da qualidade, equidade e eficiência do ensino. Daí a importância desse tipo de avaliação, que ocorria simultaneamente com esta pesquisa.

Além do SAEB, os alunos participaram do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que foi reformulado em relação aos dias de aplicação, sendo dividido em dois domingos; enfim, a nossa pesquisa pode ter sofrido muitas interferências externas, o que, de certa forma, pode ter interferido nos resultados.

Diante dessas considerações, apresentamos a seguir os resultados e discussões do questionário aplicado, como forma de verificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a Genética Mendeliana, temática focal desta pesquisa. Reforçamos que os dados foram coletados por meio de gravação e diário de campo.

Com vistas a responder ao problema e aos objetivos propostos nesta pesquisa, os dados coletados previamente foram analisados, por meio da análise categorial, que conforme Bardin (2011) consiste no desmembramento do texto em categorias agrupadas analogicamente.

A opção pela análise categorial respalda-se no fato de que é a melhor alternativa quando se quer estudar valores, opiniões, atitudes e crenças, através de dados qualitativos. Portanto, a interpretação dos dados ocorreu pelo método da Análise de Conteúdo (AC), embasada nas observações *in loco*.

O processo de formação das categorias concretizou-se da forma prevista por Bardin (1977), ou seja, após a seleção do material e a leitura flutuante, a exploração foi realizada através da codificação. A codificação ocorreu em função da repetição das palavras, que uma vez triangulada com os resultados observados, foram constituindo-se em unidades de registro, para então efetuar-se a categorização progressiva. Adverte-se que as categorias descritas, na próxima sessão, dizem respeito à temática a que o estudo que está sendo descrito se propôs.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

Os alunos responderam a um questionário com sete perguntas dissertativas nas quais foi pedido que justificassem cada uma delas, e, três perguntas de múltipla escolha com a necessidade de justificativa também. Organizamos as respostas de acordo com a afinidade de suas ideias e, a partir daí, tecemos as análises.

Nas respostas às dez perguntas, em que questionamos sobre a importância do domínio de conceitos e termos utilizados em Genética Mendeliana e posterior conhecimento sobre cruzamentos, identificamos duas grandes categorias e suas subcategorias, as quais organizamos de acordo com as respostas transcritas a seguir (Quadro 3):

Quadro 3 - Categorias/Respostas dos alunos

CATEGORIAS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
CATEGORIA 1- Informações Genéticas	Aluno 12: “Eles se localizam dentro de nossas células”.
Subcategoria 1.1 - Localização das informações genéticas e a relação entre gene e DNA	Aluno 22: “Acho que gene e DNA é a mesma coisa”. Aluno 07: “O DNA está no fio de cabelo, está no sangue em todas as células”. Aluno 27: “O DNA pode ser encontrado dentro das células e os genes são uma forma de denominar cada informação genética individualmente”.
Subcategoria 1.2 - Transmissão das características genéticas.	Aluno 03: “Através do cruzamento entre macho e fêmea”. Aluno 17: “Por meio da reprodução sexuada dos seres vivos”. Aluno 15: “Através das relações sexuais”.
Subcategoria 1.3 - Conceito de homozigose e heterozigose	Aluno 23: “Homo é igual e hetero é diferente”. Aluno 18: “Ser vivo igual e ser vivo diferente”. Aluno 5: “Homozigoto é quando ele recebe dos seus parentes genes iguais e heterozigoto quando recebe genes diferentes”. Aluno 14: “Homozigose é alelos iguais e heterozigose é alelos diferentes” Aluno 19: “Homozigose é o ser vivo possuir alelos iguais e heterozigose é possuir alelos diferentes”.
Subcategoria 1.4 - Diferenças entre os conceitos de fenótipo e genótipo.	Aluno 26: “Fenótipo é o que se vê por fora e genótipo a gente não consegue ver”. Aluno 11: “Fenótipo pode ser mudado e genótipo é muito difícil de se mudar”. Aluno 30: “Fenótipo é tudo aquilo que está por fora do corpo e genótipo são as características genéticas internas”. Aluno 06: “Fenótipo são segmentos internos do DNA e genótipo são os externos”. Aluno 29: “Fenótipo são características que podem mudar de acordo com o ambiente. Exemplo: peso corporal e genótipo é a constituição genética do ser

Subcategoria 1.5 - Conceitos de alelos dominantes e recessivos	Aluno 8: “Alelos dominantes: são os alelos que dominam, por exemplo, a cor castanha dos olhos domina a cor azul. Alelos recessivos: são os alelos que precisam aparecer em dupla para se expressar, por exemplo, a cor azul dos olhos”. Aluno 21: “Os alelos recessivos diferenciam dos masculinos e femininos. O masculino xy e feminino xx. Aluno 10: “Alelos recessivos são os alelos abaixo do normal, adquirindo a sugestão do outro alelo. Alelos dominantes são os alelos que sempre ganham”.
CATEGORIA 2- Estratégias utilizadas para demonstrar os cruzamentos sugeridos nos exercícios.	Aluno 10: “Encontrei o dominante e o recessivo e fiz o cruzamento.” Aluno 16: “Sinceramente não sei fazer cruzamento genético”. Aluno 2: “Eu até sei fazer a parte de genética, mas, quando chega a matemática me confundo muito”.

Fonte: Elaborado pela autora

A princípio, dividimos a análise de dados em dois grupos, onde as questões foram genericamente organizadas em dois tópicos, que se complementavam em suas exigências. O primeiro grupo está mais relacionado ao domínio conceitual de certos termos básicos, utilizados em Genética; o segundo grupo, foi elaborado para identificar as estratégias de Resolução de Problemas (RP) e domínio conceitual em questões de Genética Mendeliana mais complexa; quais artifícios foram utilizados para a construção do quadro de Punnett na RP, envolvendo formação de gametas e determinação de genótipos em um cruzamento hipotético; e ainda, como articula a segregação independente dos alelos na segunda lei de Mendel.

No “Primeiro Grupo” (domínio conceitual), na maioria das respostas, observamos o uso de conhecimentos que têm relação e/ou fazem parte do sistema de conceitos em geral, demonstrando um domínio conceitual dentro dos padrões esperados. Os alunos têm uma pequena fundamentação teórica em termos de conceitos básicos da Genética Mendeliana, porém, com muita confusão ainda em termos como DNA, gene, alelos, locus gênico, homozigoto e heterozigoto.

Talvez seja pela abstração desse conteúdo, ou pela presença de livros didáticos que não trazem informações novas e atualizadas ou até mesmos por conceitos errôneos de Genética que os próprios alunos carregam, o processo de ensino e aprendizagem não foram contextualizados e podem ter contribuído para esses resultados. Entretanto, as relações de generalização entre os conhecimentos citados pelos alunos são bastante restritas e/ou possuem equívocos conceituais.

Ainda foi observada, nesse primeiro bloco de análise, uma quantidade de respostas deixadas em branco, que pode estar associada a inúmeros fatores; mas pensamos que o principal motivo é que este conteúdo é introduzido no 1º ano de E.M, como pré-requisito para a consolidação e apreensão no 3º ano; e, é claro que alguns alunos não possuíam um vocabulário fundamentado em conceitos, para pelo menos começar a criar uma linha de pensamento e responder as perguntas do questionário.

Paulo Freire (1996) destaca que o ato de ensinar vai muito além de transferir conhecimento e cabe ao professor apresentar a seus alunos a possibilidade para a construção e a produção de seu próprio saber. Os professores não podem limitar o seu aluno a uma mera transferência de conteúdo, pelo contrário, devem oportunizar condições que conduzam estes à reflexão e a discussão do assunto em questão e proporcionar-lhe um crescimento que vai além do cognitivo.

Isso se enquadra num processo narrativo de ensino que prejudica a atitude do educando em relação a agir como um ser que pensa/reflete. A cada dia, todos aqueles que se encontram no processo educativo tradicional têm assumido ferozmente a prática da narração, ou seja, os professores narram o que aprenderam e os alunos os seguem nesta prática de repetição. (CARNEIRO, 2012)

O conteúdo trabalhado dessa maneira torna-se algo supérfluo, vazio na vida do estudante, que desconhece a função daquele assunto no seu cotidiano; o aluno não atribui nenhum grau de importância neste tipo de trabalho, pois é apresentado de forma fria, solitária e percebe que o seu educador também não consegue dar sentido/luz a seu planejamento, rotulado já como tradicional.

Para Maturana (1997), o genético apenas fundamenta o que chama de humanizável, pois o ser humano só existe no social, num fenômeno de coexistência. E este social se funda no amor, ou para sair de possíveis chavões, consiste na abertura de espaço onde se veja o outro como legítimo outro, levando-

se em conta o respeito e a cooperação. Ainda para Maturana (1997), a aprendizagem é a transformação de cada sujeito em virtude de suas interações recorrentes, as quais se efetivam no âmbito social e “o conhecimento é sempre adquirido na convivência” (MATURANA, 2001, p.123). Portanto, o professor deve ser o facilitador deste convívio, pois também como ser social sofre as transformações das interações sociais.

Quanto a essa temática de apropriação de conceitos, esperava-se que os alunos respondessem de forma mais natural e se movimentassem de maneira estruturada pela genética molecular, trabalhada nos 2º e 3º bimestres do 1º ano do E.M. demonstrando que esse conhecimento é primordial para o entendimento e a distinção entre os conceitos que parecem muito similares, porém com suas próprias especificidades.

Com base na Biologia Molecular, podemos supor que os alunos cheguem ao 3ºano do E.M. dotados de conceitos e preparados para a apreensão de novos conteúdos. Porém existe um hiato entre os três anos do E.M., no que concerne a Biologia, pois os conteúdos deveriam contribuir de maneira constante e gradativa na formação do processo de aprendizagem, o que, infelizmente, não ocorre. Pois determinados conceitos mais amplos deveriam ser apreendidos no início do ensino médio, o que não ocorre, pois, a grade está organizada de maneira setorizada o que associado à fase da adolescência, salas superlotadas e outras variantes às vezes impossibilitam a exposição mais holística do sistema.

Acreditamos que pode estar aí o fator desencadeador da problemática que a Genética Mendeliana gera no 3ºano do E.M. Percebe-se que eles apresentam ora confusões conceituais, ora visões generalizadas sobre termos que deveriam estar mais ou menos apreendidos (Categoria 1).

As respostas dos alunos agrupadas na subcategoria 1.4 demonstram que eles conseguem diferenciar as palavras citadas e possuem um entendimento quanto à base genética um pouco mais apropriado, no entanto com generalizações conceituais. Foi identificado também que quando aparece um termo pouco falado como alelos, os alunos mostraram uma grande confusão conceitual, identificada em respostas dos alunos 8,10 e 21, que demonstram que estes conceitos não foram plenamente conscientizados.

Enfoca-se que esta pesquisa tem o intuito de contribuir para orientar os docentes quanto a essa falha pertinente ao ensino e a aprendizagem da Genética

Mendeliana e, em nenhum momento, se propõe a ser um manual de atitudes docentes.

Na observação do segundo grupo onde poderia se verificar como foram construídas as estratégias para a resolução de problemas e a construção do quadro de Punnett tivemos a seguinte percepção: nas questões de múltipla escolha que abordam o tema de domínio conceitual, apenas um pequeno grupo de alunos demonstrou domínio nessa área como visto na Categoria 2.

A grande maioria utilizou-se da técnica de “chute” para marcar a resposta. Dos que erraram a questão, talvez a dificuldade do domínio conceitual inicial tenha feito com que eles nem tentassem respondê-la; e, em relação às questões que abordam questões de RP, baseada na montagem do Quadro de Punnett associado a domínio de técnicas matemáticas, o número de respostas corretas foi muito abaixo do esperado, pois acreditávamos que pelo menos 50% das respostas seriam realizadas de forma correta.

Com relação a isso, Maturana (2001) não nega a existência do erro, mas expressa uma visão relativista de não distinção entre verdade e erro. Como o erro é um comentário *a posteriori* sobre uma experiência vivida como válida, quem vive a experiência não percebe o erro. Em outras palavras: o ato cognitivo, embora tenha a ver com uma perturbação externa, não se trata de uma indicação de algo externo, mas de fazer uma correlação interna que seja coerente com a estrutura do sistema.

Observamos que todos os problemas nas questões de domínio conceitual foram associados a falhas de interpretações de resultados matemáticos e estatísticos. Isto sugere que os alunos não conseguem “ler os números” e nem abstrair as informações codificadas em forma de números, ou seja, é o conhecimento defasado que alunos trazem do ensino básico e fundamental. Enfim as barreiras para solucionar problemas matemáticos e interpretar textos vêm das séries anteriores.

Para Freire (1967), a educação deve ser uma força de mudança e de libertação, nem alienada e nem alienante e, portanto, é uma relação entre educando, educador e o mundo, que ocorre na interação entre prática e teoria, ou seja, “Educação para o homem-sujeito”.

Já Maturana (2002) enfoca a educação dessa forma:

A educação como sistema educacional configura um mundo, e os educandos confirmam em seu viver o mundo que viveram em sua

educação. Os educadores, por sua vez, confirmam o mundo que viveram ao ser educados no educar. A educação é um processo contínuo que dura toda a vida, e que faz da comunidade onde vivemos um mundo espontaneamente conservador, ao qual o educar se refere. Isso não significa, é claro, que o mundo do educar não mude, mas sim que a educação, como sistema de formação da criança e do adulto, tem efeitos de longa duração que não mudam facilmente.

A presente pesquisa busca a correlação entre educação força desalienante e educação como processo contínuo de formação dos seres humanos. Esta correspondência gera mudanças que para Freire (1996), é entendida como transição e rompimento resultantes da aprendizagem. “Mudar é difícil, mas necessário e possível”. E que segundo Maturana (2002), acontece de dentro para fora e é na corporalidade que acontece nossa mudança estrutural. De acordo com o autor, a origem das mudanças culturais está nas mudanças emocionais.

Sobre o segundo grupo de discussão de dados ficou explícita a incongruência existente entre a consolidação dos conceitos básicos e suas representações e a leitura-matemática utilizada recorrentemente ao se realizar a RP em exercícios de Genética Mendeliana, pois sugere que os alunos não conseguem abstrair as informações codificadas em forma de números e desenvolver a compatibilidade entre os raciocínios.

Nesse contexto, Freire (1987) utilizando termos de Goldman (1974 apud GEHLEN,2009) denominados de “consciência real efetiva” e “consciência máxima possível” (FREIRE,1987). A consciência real efetiva relaciona-se à impossibilidade do educando de pensar além da situação limite, são situações consideradas intransponíveis, a esse nível; Delizoicov (1991) considera como “concepções alternativas”, as quais são voltadas para o ensino de ciências.

A consciência máxima possível, por sua vez, possibilita ao educando vislumbrar situações despercebidas. Freire destaca que “promovendo a percepção da percepção anterior e o conhecimento do conhecimento anterior, a descodificação desta forma, promove o surgimento de nova percepção e o desenvolvimento de novo conhecimento” (FREIRE,1987, p.109).

Esse processo de integração interativa é significativo quando vinculado ao diálogo que contém no seu cerne a ação e a reflexão, aquele que leva o homem a novos níveis de consciência e, conseqüentemente, a novas formas de ação. Como seres sociais, o aprender é mais que uma relação de saber; é relação de existência

devida; aprender é uma modificação estrutural não do comportamento, mas da convivência (MATURANA,1998).

4.1.1 ANÁLISE DOS DADOS DA SD

A presente pesquisa foi analisada da seguinte maneira: a participação na SD incluiu todos os alunos envolvidos na resolução do questionário e mais dois alunos que vieram transferidos de outra escola, porém como se tratava da mesma rede de ensino, ficou claro que eles já haviam visto a matéria que foi o objetivo de nossa pesquisa. Apesar disso, ressaltamos que acompanhar a programação de conteúdos propostos pela escola não garante ao aluno a capacidade de estabelecer relações conscientes e imediatas com os conteúdos anteriormente apropriados, uma vez que o curso do desenvolvimento não coincide inteiramente com o curso da aprendizagem.

No período da investigação, os alunos apresentavam idades entre 16 e 17 anos no geral, ou seja, estavam na adolescência, o momento em que ocorre o desenvolvimento das funções intelectuais que são a base para a formação de conceitos e pensamento abstrato.

Nesse sentido, entendemos que a adolescência é um período de transição para a formação plena dos conceitos abstratos e racionais. Entretanto, o domínio de formas superiores de pensamento não implica o abandono do uso de operações elementares, pois mesmo tendo aprendido a formar conceitos, o adolescente continua a operar com o sincretismo ou por complexos, por exemplo. Mesmo assim, é importante considerar que ao passar pelos estágios de formação conceitual, o sujeito tende a se concentrar, primeiramente, nas relações de classe entre as palavras/objetos, e não mais nas interações concretas/imediatas entre os mesmos.

Diante dessas considerações, apresentamos a seguir os resultados e discussões das atividades desenvolvidas na SD elaborada nesta pesquisa.

Conforme exposto anteriormente, na etapa I da SD, tivemos como objetivo a sensibilização dos alunos, no que concerne à existência e importância da temática. Para isso, a professora/pesquisadora solicitou aos alunos que assistissem a um trecho do filme Gattaca, que não seria interrompido e, que se surgissem algumas dúvidas, que escrevessem num rascunho para posterior discussão. O trecho do filme

apresentado teve 11 minutos de duração e após a sua apresentação, iniciaram as seguintes indagações:

- Aluno 24: “Sabe, fiquei pensando no título do filme durante quase todo o tempo e aí consegui “matar a charada”, Gattaca tem alguma coisa a ver com aquelas letras que tem no DNA?”

- Aluno 3: “Claro que sim, né professora?”

Quando o aluno 3 indagou, notamos a necessidade de fazer uma inferência e mostrar a relação entre o nome do filme e a molécula de DNA, mais particularmente suas bases nitrogenadas, as sequências, as combinações em relação ao número de pontes de hidrogênio. Foi esclarecido também que James Watson e Francis Crick descobriram que essa molécula está organizada por duas longas cadeias paralelas, constituídas por nucleotídeos dispostos em sequência. Logo após essa elucidação mais algumas perguntas foram feitas.

- Aluno 8: “Por que o homem, do início do filme, aparece se limpando?”

- Aluno 20: “Você não notou cara? Ele se limpa para não deixar pistas (células) no trabalho dele”.

- Aluno 18: “Não entendi. O que tem a ver a limpeza e as “pistas”?”

- Aluno 20: “Vocês não ouviram a explicação, o material genético fica dentro do núcleo das células e esse cara aí, está tentando se passar por outra pessoa... Bom pelo menos foi isso que eu entendi”.

- Aluno 13: “Sim, você está certo, vocês não viram jogando um pozinho em cima do teclado do computador na firma? Então eram células do homem que ele quer se passar. Então ele fazia “a limpeza” de suas células e deixava “na cara” as células do outro. Desse jeito, ele poderia se passar pelo outro.”

Diante dessa discussão, foi necessário que a professora/pesquisadora, como parceira social dos alunos, respondesse as dúvidas quanto à possibilidade de se encontrar determinadas sequências de bases nitrogenadas exclusivas de cada ser humano no interior da carioteca (núcleo) de cada célula dos seres vivos – excetuando-se as hemácias. Ficou claro que essa pequena discussão foi muito produtiva para os atores que explanaram suas dúvidas, para toda a sala.

Compreendemos o processo de aprendizagem a partir desse fazer, por meio da presença dos estudantes compartilhadas com os colegas, tanto em espaço geograficamente localizado como digital virtual. Ao compartilhar esta presença, identificamos posicionamentos, ideias e vivências diferentes, graças a nossa autonomia, segundo Maturana e Varela (2002), identificando o que sabemos, o que está sendo compartilhado e o que ainda não sabemos.

Então, desencadeamos, estranhamentos e perturbações através da interação e compartilhamento de informações, construindo novas ideias reconstruindo conceitos aprendidos ao longo de nossa vida. Neste processo, a interação ocorre em um espaço de convivência, onde os estudantes compartilham suas presenças com o outro, conforme suas experiências de interações vivenciadas, que desencadeiam perturbações e, também, as compensam e que resultam em transformação.

Dessa forma, “Toda interação implica num encontro estrutural⁴ entre os que interagem, e todo encontro estrutural resulta num desencadilhamento ou num desencadeamento de mudanças estruturais entre os participantes do encontro” (MATURANA, 2002, p. 59). Portanto, para que ocorra o processo de interação é necessário a participação dos seres humanos em congruência com o meio, e que, durante esta relação, ambos sofram modificações. Se não há transformação dos estudantes e do meio, segundo Maturana (1993, p.30), não há interação.

Ficou claro no decorrer do discurso, a legitimação do outro que, segundo Maturana (2005) ocorre quando os participantes consideram o conhecimento alheio como válido, ampliando, contribuindo e/ou problematizando.

Na legitimação, há a aceitação das ideias, conhecimentos e percepção do outro, que propicia a autoria e co-autoria na aprendizagem. Portanto, para o

⁴Para Maturana e Varela (2002) o ser humano é uma unidade composta por uma organização (invariável) e uma estrutura (variável). A estrutura é o conjunto de componentes e de relações que compõem uma unidade particular (ser humano) tornando-o único.

processo de aprendizagem, por meio da interação, é fundamental a legitimidade do outro, ou seja, o colega pode ser legitimado quando sua contribuição é discutida, ampliada; quando o docente pergunta e tem sua resposta ou quando os estudantes agem de maneira comprometida em relação à proposta pedagógica.

O diálogo acima poderia ser explicado por Maturana também da seguinte forma:

As mudanças estruturais podem ser originadas da própria dinâmica interna ou deflagradas nas interações com o meio. Na nossa cultura essas mudanças acontecem em dois momentos. Inicialmente na família que é o grupo social organizado com o qual a criança estabelece suas primeiras relações, através dela o processo de aprendizagem se inicia. Depois se estende para a escola, considerada o segundo grupo de relações da criança. Assim, a aprendizagem caracteriza-se como o processo mediante o qual o organismo obtém uma informação do meio e constrói uma representação dele que armazena em sua memória e, utiliza para gerar sua conduta em resposta às perturbações que dele provém. Ou ainda, a aprendizagem pode ser considerada o caminho da mudança estrutural que segue o organismo em congruência com as mudanças estruturais do meio. Assim entendemos que o ato de aprender se constitui num fenômeno complexo que envolve as múltiplas dimensões do humano em seu indissociável processo de ser e estar no mundo; uma integração no ser e no fazer consigo mesmo e com o outro.(MATURANA,2002)

As etapas II e III da atividade ocorreram uma semana depois e foram desenvolvidas na sala de tecnologia da escola, com o objetivo de retomar alguns conhecimentos e elucidar fenômenos como a meiose, evento importante para a formação de gametas e apreensão dos termos utilizados, além de estabelecer a relação destes com as informações genéticas. Ressaltamos que a maioria dos acontecimentos dessa atividade foram retratados em um diário de campo e alguns diálogos foram gravados.

O vídeo mostra as diferenças entre mitose e meiose, relacionando-as com a formação de gametas. A espermatogênese é explicada de forma detalhada, demonstrando uma secção do túbulo seminífero, onde ocorre a meiose e a formação de quatro espermatozoides, a partir de um espermatócito I, com o número haploide de cromossomos, prontos para então realizar a fecundação. Em relação à ovulação, mostrou-se o processo de formação dos ovócitos II que ocorre no interior dos ovários femininos, distinguindo-o também do processo da espermatogênese; pois, na formação dos gametas femininos há a formação de apenas uma célula, que quando fecundada receberá o nome de óvulo (que é o ovócito II fecundado) e a formação de duas células intituladas glóbulos polares.

Respeitando suas ontogenias⁵, após essas primeiras discussões, a professora/pesquisadora perguntou aos alunos se eles distinguiram as diferenças entre a mitose e a meiose e como esta é importante para o processo de gametogênese. A maioria dos alunos demonstrou que as diferenças eram evidentes, e, alguns destacaram que antes da explicação não sabiam exatamente onde ocorriam os processos.

O Aluno 1 relatou que sabia que os espermatozoides eram formados nos testículos, mas, que não sabia que dentro deles haviam tubos, que mais pareciam “linhas de tricô da avó” e que, era exatamente dentro desses fios que ocorria a meiose. A aluna 24 ficou impressionada com a formação dos gametas femininos, e disse também que já sabia que ocorria nos ovários, mas nunca passou pela sua cabeça que a formação das células femininas tinham processos tão complexos de maturação, como a degeneração de, por exemplo, duas células se o ovócito II for fecundado.

A professora/pesquisadora complementou essas ideias, retomando com a turma alguns conhecimentos. Esse momento foi importante, porque os alunos começaram a fazer bastante perguntas e a professora/pesquisadora observou que eles começaram a demonstrar a perturbação do conhecimento. As falas foram se tornando mais rebuscadas em termos de utilização de conceitos.

Dessa forma, entendemos que ambos, o sistema vivo e o ambiente (entorno), modificam-se de modo coerente. O ser vivo age sobre o ambiente, que age sobre o ser vivo e, assim, sucessivamente, estabelecendo mudanças numa relação circular. A esta relação, Maturana e Varela (1995) chamam de acoplamento estrutural, uma vez que sempre que o ser vivo e as circunstâncias mudam em conjunto, ocorre um processo denominado “deriva natural”.

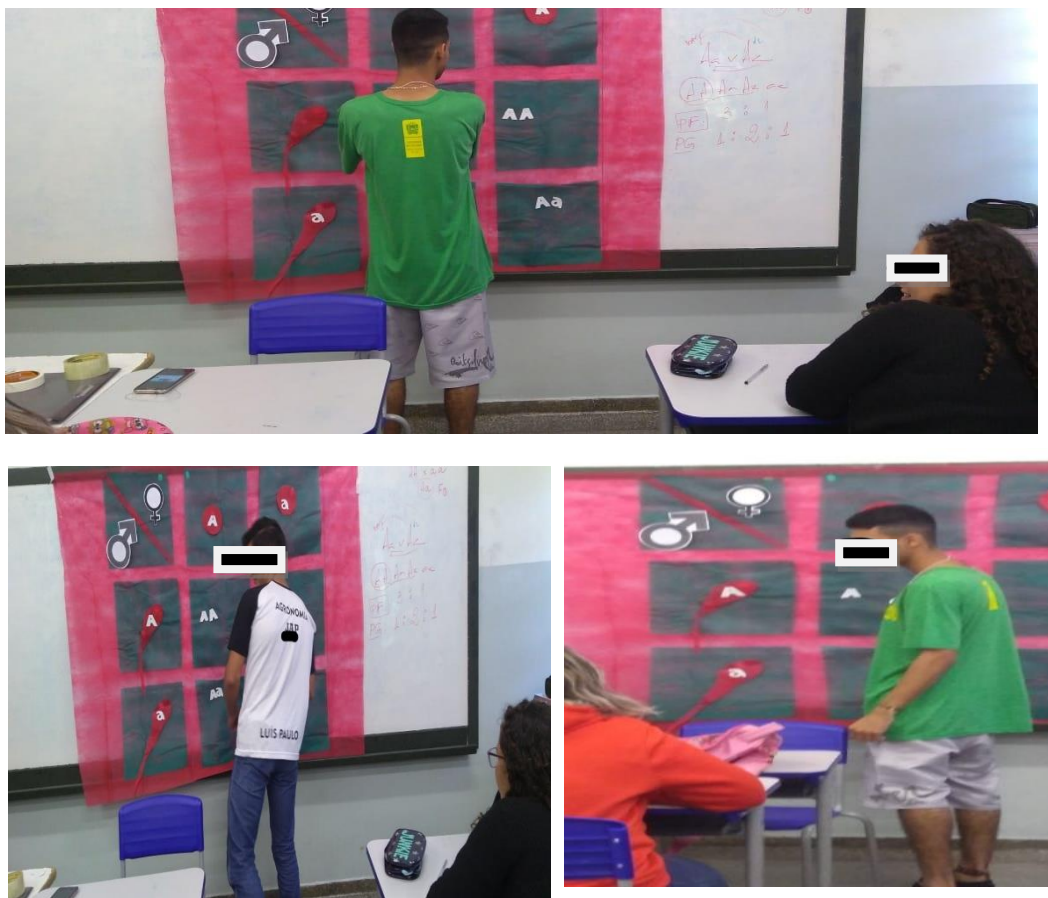
Quando dois sistemas se inter-relacionam, um influencia o outro, gerando uma mudança de estrutura interna, uma deformação. Cada sistema vivo interpreta esta deformação, externando ao outro como recebeu e interpretou sua ação, estabelecendo uma interação, de modo cooperativo, definindo normas de conduta. A conduta consiste nas mudanças de postura de um ser vivo, descrita por um

¹ “A ontogenia é a história da mudança estrutural de uma unidade sem que esta perca sua organização. Essa contínua mudança estrutural ocorre na unidade a cada momento, desencadeada por interações com o meio onde se encontra ou como resultado e sua dinâmica interna. (...) O resultado geral é que a transformação ontogênica de uma unidade não cessa até sua desintegração” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 112. 12).

observador como ações em relação a um determinado meio. O conhecimento ocorre quando observamos uma conduta adequada num dado contexto.

A etapa IV (Fig. 10) inicia-se com a pretensão de demonstrar a variedade de combinações genéticas possíveis num determinado cruzamento hipotético, utilizando o quadro de Punnett. É bom ficar claro que, durante os cruzamentos, almeja-se que os alunos localizem os “espermatozoides” e os “óvulos” nas linhas e colunas; sabendo que estes carregam cromossomos, cujos genes alelos foram segregados na meiose e que estas células possuem redução do número de cromossomos, típico de processo normal da espécie humana. Enfatizamos que a maioria dos acontecimentos desta atividade foi retratada em um diário de campo, fotografados e alguns diálogos foram gravados.

Figura 10- Alunos realizando os cruzamentos hipotéticos durante a quarta etapa da SD



Fonte: Tirada por Melissa S.E.Carvalho

A professora/pesquisadora iniciou a atividade localizando os alelos em espermatozoides “esquemáticos” e em ovócitos II “esquemáticos” e o cruzamento sugerido foi heterozigotos.

- Professora/pesquisadora: “Preciso que um aluno venha aqui na frente para realizar os cruzamentos e explicar detalhadamente todo o processo.

- Aluno 12: “Eu vou!”.

- Aluno 12: “Ah... Esse cruzamento é fácil, fizemos vários dele nas aulas”

A professora /pesquisadora primeiramente o parabenizou, porém, começou a perguntar por que “aqueles espermatozoides e aqueles ovócitos II estavam ali daquela forma e o que representava cada resultado do cruzamento?”

- Aluno 12: “Ué, são os cruzamentos que ocorrem”.

A professora/pesquisadora então refez a pergunta para a turma, que ficou em completo silêncio.

Foi necessário fazer uma breve retomada das etapas anteriores, explicitando que as informações estão localizadas “a grosso modo” dentro do núcleo das células em cromossomos e que as células que carregam responsabilidade de transmissão (gametas) passam por uma divisão (meiose). Logo após os alunos começaram a fazer algumas considerações.

- Aluno 1: “Esses cruzamentos aí que o aluno 12 fez são as possibilidades que o “homem heterozigoto” tem e que a “mulher heterozigota” tem também”?

Professora/pesquisadora: “Isso! Gostei muito do termo que você utilizou (heterozigoto) de forma natural, demonstrando que está se apropriando dos termos”.

- Aluno 14:” Deixa eu ver se entendi, cada célula sexual carrega então em seu interior informações genéticas que serão transmitidas para a formação de um bebê”?

- Professora/pesquisadora: Sim, só não se esqueçam de que as células sexuais passam pela meiose, que é uma divisão reducional dos cromossomos e que lá no início ainda há a permuta de genes (crossing-over).

- Aluno 14: “Olha, acho que os resultados então, são as possibilidades de fecundação, ou seja, de originar uma bebê com aquela característica que estamos enfocando”.

- Aluno 22: “Ô aluno 12, senta aí cara, eu vou aí fazer esse exercício”

O aluno 12 sentou-se, porém, notamos que não voltou exatamente para o seu lugar, pegou uma cadeira e sentou bem mais à frente, prestando bastante atenção no desenrolar das discussões, o que demonstra que talvez através dessas discussões, desencadeamos mudanças no processo de aprendizagem, neste e em outros alunos.

- Aluno 22: “Então, vou começar explicando que os gametas aqui do quadro mostram as informações genéticas contidas no núcleo e quando acontece a fecundação essas informações se combinam, indo aparecer num novo indivíduo”.

- Aluno 15: “Esse novo ser, poderá ser homozigoto, ou heterozigoto para essa característica”

- Aluno 27: “Achei bem legal, essas informações aparecerem nos espermatozoides e nos óvulos, pois eu sempre fiz os cruzamentos, mas era tão no “piloto automático” que não tinha parado para pensar que tinha tanta coisa por trás”.

- Aluno 8: “Eu também fazia os cruzamentos, que eu chamava de “propriedade distributiva”, imagina só”?

- Aluno 6: “[... risos] eu também usava esse termo”.

Nesse momento, a professora/pesquisadora propôs outro cruzamento, desta vez um heterozigoto com um homozigoto recessivo. E observou que o cruzamento

não poderia ser realizado como um problema matemático apenas e que devemos observar todas as implicações genéticas antes de iniciar o exercício. Neste momento, o aluno 12 pediu para ir ao quadro novamente. Realizou os cruzamentos de forma correta e completou dizendo: “Agora entendi o porquê dos cruzamentos e sei dizer a diferença deste para o primeiro”. A professora/pesquisadora então deu a palavra para o aluno 12, que disse: “Naquele primeiro cruzamento, os resultados foram um homozigoto dominante (AA), dois heterozigotos (Aa) e um homozigoto recessivo (aa) e, neste aqui, os resultados foram dois heterozigotos dominantes para dois homozigotos recessivos (aa)”. A sala bateu palmas para o aluno 12, demonstrando o reconhecimento pela sua insistência e atenção ao desenvolver da atividade.

O aluno 29 fez uma observação sobre o seu entendimento acerca da localização das informações genéticas, disse que a princípio estava com dúvidas e que não conseguia diferenciar gene de DNA e disse: “É como se o gene fosse tijolos e o DNA uma parede”.

A professora/pesquisadora elogiou a contribuição do aluno e perguntou à turma se todos tiveram essa mesma percepção com o decorrer das atividades que foram aplicadas. Os alunos disseram que sim, que a ideia central estava um pouco mais clara para eles, porém o aluno 18 fez uma observação: “E os cromossomos? O que são eles mesmo? Para que servem?” A professora/pesquisadora explanou sobre a dúvida da seguinte forma: “Quero que vocês imaginem o DNA, como se fosse um colar de pérolas. Só que temos um pequeno problema, o DNA é um colar gigante, por exemplo, ele pode atingir até 2 metros de comprimento e está dentro de uma célula microscópica”.

Nesse momento a aluno 30 interrompe a explicação e pergunta: “Mas como uma fita com 2 metros de comprimento cabe dentro de uma célula microscópica?” A professora/pesquisadora completou: “Aí é que entram os cromossomos, pois eles são estruturas que estão em cada uma das nossas 100 trilhões de células e servem justamente para armazenar o longo DNA. Dentro dos cromossomos, a fita fica super condensada, enrolada, em forma de uma mola num espaço microscópico.”

Na etapa V, o objetivo foi retomar o questionário inicial e responder, em conjunto com os alunos, as perguntas realizadas; porém não com o intuito de fazê-los refazer os exercícios, mas, para que eles pudessem visualizar, de maneira

empírica, os conhecimentos trabalhados no decorrer da SD, e como os seus processos mentais se transformaram após todo o processo.

Os alunos deveriam notar que houve uma nova percepção da realidade, como diz Maturana (2001), ou seja, construímos o conhecer a partir de nossa própria visão, de nossa percepção e isto depende de nosso sistema biológico; então, deduz-se que ninguém percebe nada da mesma maneira. Como mesmo disse Maturana, podemos chegar a consensos sobre o que percebemos, mas não há como estabelecermos uma verdade única sobre o objeto percebido. Assim, pela percepção única, faz-se emergir a verdade singular de cada sujeito.

E é esse o nosso intuito, quando nos balizamos nesses teóricos, e na perspectiva freireana, o processo de educação parte dos dados obtidos pela análise da própria realidade de quem aprende. Não há educação neutra, já que a realidade prevê a ação do homem sobre ela. Se alguém apenas tem a informação sobre a realidade e não tem conhecimento de como agir para transformá-la, simplesmente aceita o que lhe é imposto.

O conhecimento não deve ser usado somente para entender o mundo, como também para recriá-lo e esse processo de transformação é denominado práxis (FREIRE, 1987, 1996a).

Como já havíamos dito, o processo de avaliação desta etapa ocorreu de forma natural, através da leitura das perguntas e de respostas construídas pelos alunos.

A professora/pesquisadora iniciou então os questionamentos com a primeira pergunta: “Onde, na sua opinião, localizam-se as informações genéticas?”

- Aluno 19: “Ah...agora eu sei! Nos genes, que carregam as informações numa espécie de código, e esses genes estão localizados no DNA, que é uma baita fita, cheia de genes”.

- Aluno 30: “E você esqueceu dos cromossomos, que são como “uns esquemas” que condensam o DNA, porque ela é muito grande”.

-Professora/pesquisadora: “Foi muito gratificante ouvir essas duas primeiras observações, pois elas já responderão a segunda pergunta que eu iria fazer, que é: Qual a relação entre DNA e gene?”

- Aluno 17: “Professora, agora ficou claro a diferença entre estas três estruturas, depois das nossas discussões”.

Freire (2011) enfatiza que ambos, professores e alunos, são transformados no processo da ação educativa e aprendem ao mesmo tempo em que ensinam, sendo que o reconhecimento dos contextos e histórias de vida neste diálogo se desdobra em ação emancipadora.

A educação problematizadora busca estimular a consciência crítica da realidade e a postura ativa de alunos e professores no processo ensino-aprendizagem, de forma que não haja uma negação ou desvalorização do mundo que os influencia. Sendo assim, a educação é encarada como um ato político e as relações estabelecidas entre alunos e professores devem ser embasadas em interações de respeito entre sujeitos e cidadãos, de modo a construir conhecimento crítico e centrado na busca pela autonomia.

No entanto, Freire (2001, p.67) ressalta que: “Ninguém é sujeito da autonomia de ninguém”, uma vez que a autonomia é sempre resultado de um esforço individual que gera o próprio amadurecimento e se constrói nas relações entre seres humanos e, somente nestas interações, ela se consolida.

A conversa seguiu de maneira espontânea e a terceira pergunta foi feita, esperando mais uma vez a resposta dos alunos. Como se dá a transmissão das características genéticas aos descendentes? O Aluno 18: “Através da reprodução sexuada onde células gaméticas carregam as informações genéticas em cromossomos que estão no seu interior”.

Vale aqui fazer uma observação quanto a esta resposta, que foi considerada correta pela professora/pesquisadora, mas é bom lembrar que não há a necessidade de possuir células gaméticas para que haja reprodução sexuada, por exemplo, bactérias a realizam e mesmo assim não possuem células gaméticas. Porém decidimos não adentrar neste conceito neste momento, pois estávamos na fase final de nossa pesquisa e poderiam surgir algumas interrogações que diluíssem o assunto principal.

- Professora/pesquisadora: “Quanto à pergunta quatro, O que é locus gênico”? “Os alunos falaram todos ao mesmo tempo e foi preciso organizar as respostas, que foram catalogadas da seguinte forma”:
- Aluno 4: “É o lugar do gene dentro do cromossomo”.
- Aluno 26: “É o lugar ocupado pelo gene no cromossomo”.
- Professora/pesquisadora: “Lembrem-se de que esse é um local fixo, onde determinado gene pode ser encontrado num cromossomo”.
- Aluno 17: “Como assim fixo, professora? Não entendi”.
- Professora/pesquisadora: “Vou responder essa pergunta, quando discutirmos a quinta pergunta: - Aponte, no seu entendimento, em que condições o indivíduo é homozigótico ou heterozigótico?”
- Aluno 29: “Homozigótico é quando o ser carrega duas informações iguais para uma característica e heterozigótico é quando as informações são diferentes”.
- Aluno 8: “Eu acho que o indivíduo homozigótico é aquele que recebeu informações iguais de ambos os pais, para uma característica e o heterozigótico recebeu diferentes informações”.
- Professora/pesquisadora: “As duas respostas estão corretas, embora partam de pontos de vista um pouco diferentes. Quanto à dúvida surgida na questão anterior, observem a seguinte ideia, esta característica (gene) que pode ser de expressão dominante ou recessiva apresenta sempre um local fixo nos cromossomos homólogos, que são cromossomos que possuem genes para os mesmos caracteres.”
- Professora/pesquisadora: “Agora nossa sexta pergunta:- Diferencie através de exemplos os termos fenótipo e genótipo”.

- Aluno 11: “A produção de melanina por uma pessoa branca que toma bastante sol e fica mais morena, é um exemplo de fenótipo que pode sofrer influência do meio externo, já o genótipo desta mesma pessoa não poderá mudar, vocês lembram do filme? O cara lá que queria se passar pelo outro cara que era superior em termos genéticos, jogava as células da pele sobre seu computador de trabalho, tentando não ser pego e se alguém viesse captar células, certamente pegaram as células do cara com superioridade genética”.

- Professora/pesquisadora: “Muito bem lembrado aluno 11. Você conseguiu relacionar o termo conceitual e aplicá-lo a algo prático”. Isto poderá te auxiliar em futuras soluções de problemas, pois o pensamento que relaciona fatos na tentativa de solucioná-los, tende a persistir até tornar-se um mecanismo automático para o pensamento”.

- Aluno 30: “Professora, agora com essa explicação do aluno 11, fica fácil responder a pergunta sete”.

- Professora/pesquisadora: “Então leia para seus colegas aluno 30, e se quiser pode respondê-la”.

- Aluno 30: “Existem alelos dominantes e alelos recessivos. Diferencie-os com exemplos práticos”. “Bem, eu acho que alelos dominantes são aqueles que a gente coloca as letras maiúsculas e os recessivos aqueles que colocamos as letras minúsculas, por exemplo, aa”.

- Professora/pesquisadora: “Aluno 30, você não acha que pode deixar essa resposta mais completa”?

- Aluno 30: “Desculpa professora, mas eu não sei mais”.

- Professora/pesquisadora: “Quando falamos em alelos, levamos em consideração o locus gênico em que o gene é encontrado. Gene é a expressão do caráter e locus o lugar onde ele pode ser encontrado. Por isso representamos os genes com letras maiúsculas - alelos (AA ou Aa) quando o gene é dominante e o indivíduo possui

dois alelos dominantes ou apenas um, pois na dominância apenas um alelo dá a característica dominante para os seres. E representamos o gene com letras minúsculas - alelos (aa), quando o gene tem característica recessiva”.

- Aluno 5: “Agora foi...entendi como são organizados esses termos e, principalmente, em qual momento devo usar um ou outro”.

- Professora/pesquisadora: “Alunos, vamos resolver as três últimas questões. Prestem atenção, pois apesar de serem de múltipla escolha, muitos conceitos que já discutimos reaparecem nos exercícios e temos que nos apropriarmos deles para resolver os exercícios com segurança”.

Exercício 8) “Casais de pigmentação da pele normal, que expressam genótipo____ (I) ____podem ter filhos albinos. O gene para o albinismo é____ (II) ____e não se manifesta nos indivíduos____ (III) _____. São albinos apenas os indivíduos de genótipo____ (IV) _____.”

- Professora/pesquisadora: “Devo deixar registrado que a grande maioria da sala queria realizar este exercício, portanto, foi preciso fazer um pequeno sorteio, que o aluno 23 foi escolhido. Ele foi à lousa, pegou a caneta e explicou dessa forma”.

- Aluno 23: “Essa é fácil, o exercício diz que casais de pigmentação normal podem ter filhos albinos, né? A primeira coisa que a gente tem que organizar é saber a expressão do caráter albino. Vocês sabem que o albinismo é recessivo, e eu vou representá-lo pelas letras aa. E os que apresentam pigmentação normal vou representar com as letras AA ou Aa. Vocês estão vendo só com essas informações já consigo marcar a alternativa correta. Mas vamos lá: Casais com pigmentação normal, podem ter genótipos Aa ou AA, mas como o exercício diz que eles podem ter filhos albinos, eles obrigatoriamente tem genótipo Aa (heterozigotos para essa característica). Quanto ao gene para o albinismo, sabemos que é recessivo e indivíduos Aa não manifestam o albinismo. São albinos apenas indivíduos com genótipo aa. Sendo assim a alternativa correta é a letra D”.

- Professora/pesquisadora: “Muito bem aluno 23, sua explicação teve uma boa fundamentação teórica, você demonstrou domínio dos conceitos e segurança nas colocações”.

A professora/pesquisadora continuou as discussões com o Exercício 9, outra questão de múltipla escolha, porém agora enfocando a segunda lei de Mendel. Alguém quer vir à lousa para resolver essa questão? O aluno 3 levanta a mão e diz: “Eu vou, professora!”

- Aluno 3: “Essa questão é um pouco mais difícil que a que foi resolvida pelo aluno 23, mas vamos lá. A primeira coisa que devemos fazer é tirar as informações do exercício”.

Quando o aluno fez essa observação, a turma bateu palmas e foram ouvidas algumas falas como: “Quer ser professor aluno 3”? Ele respondeu que sim e continuou dizendo: “O exercício diz que a cor branca do fruto é condicionada por um gene dominante B e a cor amarela pelo seu alelo b. Isso nos faz pensar que os frutos brancos podem ser BB ou Bb, certo? E os amarelos bb. Quanto à forma dos frutos pode ser discoide ou esféricos. A forma discoide é condicionada pelo gene dominante, ou seja, podem ser EE ou Ee e a forma esférica pelo gene recessivo ee. O pensamento é o mesmo para as duas características.

- Aluno 3: “Continuando, agora vamos ao cruzamento que foi proposto pelo exercício. Precisamos cruzar uma planta BbEe com uma planta BBee e ver qual é a possibilidade de aparecer indivíduos BbEE e BbEe? Esse exercício mostra claramente a necessidade do quadro de Punnett, a meiose e formação dos gametas.

Vamos colocar numa coluna, os gametas produzidos pelo indivíduo BbEe que são BE, Be, bE, be e em uma linha os gametas produzidos pelo indivíduo BBee que são só do tipo Be. Agora, iniciaremos os cruzamentos. O gameta BE com o gameta Be, originando um indivíduo BBEE, o gameta Be com o gameta Be, originando um indivíduo BBee, o gameta bE com o gameta Be, originando o indivíduo BbEe e, finalmente, o gameta be com o gameta Be originando indivíduos

Bbee. Lembrando que como é a segunda lei vai haver dezesseis probabilidades, pois teremos 4 gametas formados para cada indivíduo.

Concluindo, teremos 4/16 (4 chances entre as 16) de obter indivíduos BB Ee (frutos brancos discoides), 4/16 (4 chances entre as 16) de obter indivíduos Bb Ee (frutos brancos discoides), 4/16 (4 chances entre as 16) de se obter indivíduos BB ee (frutos brancos e esféricos), e 4/16 (4 chances entre as 16) de obter frutos Bbee (frutos brancos e esféricos).

A alternativa correta será a letra B, zero e 4/16, porque não há chance nenhuma de obtermos indivíduos Bb EE (plantas com frutos brancos e discoides homozigótico) e 4/16 (4 chances entre as 16) de obtermos plantas com frutos brancos e esféricos heterozigóticos.”

- Professora/pesquisadora: “Meus parabéns aluno 3, sua explicação mostrou-nos que está bem seguro, quanto ao uso dos conceitos mendelianos e a sua desenvoltura perante o quadro de Punnett nos mostrou que domina bem a técnica aplicada para esse tipo de exercício. Está correta a resposta, porém preciso fazer uma observação: Vocês viram que quanto ao fenótipo, obtivemos 8/16 (8 chances entre as 16) de plantas com frutos brancos e discoides e 8/16 (8 chances entre as 16) de plantas com frutos brancos e esféricas. Agora quanto aos genótipos é que podemos observar as diferenças”.

- Aluno 16: “Eu reparei nisso mesmo”.

- Aluno 27: “Eu não consegui ver isso enquanto ele falava, mas quando ele mostrou no quadro, aí eu vi”.

- Professora/pesquisadora: “Bem alunos, agora concluiremos o questionário, algum aluno se habilita? A sala ficou em silêncio e apenas o aluno 3 mostrou-se disposto, mas, como ele já havia explicado o exercício anterior a professora/pesquisadora achou melhor que ela mesma iniciaria a resolução do exercício”.

O Exercício 10, inicia explicando que o albinismo é uma característica recessiva e que braquidactilia é característica dominante. E completa desta forma: Um homem afetado por albinismo e heterozigoto para braquidactilia casa-se com

uma mulher normal e heterozigota para o albinismo e heterozigota para braquidactilia.

E pergunta: Qual é a probabilidade de, no cruzamento aparecer indivíduos braquidáctilos, com pele normal e albinos e normais para braquidactilia?

Vamos iniciar retirando todos os gametas que o homem poderá produzir, utilizaremos a letra A para cor da pele e a letra B para braquidactilia. Indivíduos AA ou Aa serão normais para cor de pele e indivíduos aa serão albinos, pois o exercício diz que o albinismo é recessivo. Indivíduos com braquidactilia serão BB ou Bb (já que ela é uma característica dominante) e, portanto, indivíduos bb serão normais para braquidactilia.

Os gametas formados pelo homem apresentarão alelos aB e ab numa mesma proporção, ou seja 1:1 e os gametas da mulher apresentação 4 gametas diferentes, ou seja, cada um com 25% de chance de aparecer, AB;Ab;aB;ab.

As combinações e as proporções são as seguintes: 25% de indivíduos AaBb (Normais para cor da pele e braquidáctilos heterozigotos), 12,5% de indivíduos AaBB (Normais para cor da pele e braquidáctilos homozigotos), 25% de indivíduos aaBb (Albinos e braquidáctilos heterozigotos), 12,5% de indivíduos aaBB (Albinos e braquidáctilos homozigotos), 12,5% de indivíduos Aabb (Normais para cor da pele e normais para braquidactilia) e 12,5% de indivíduos aabb (Albinos e normais para braquidactilia). Portanto, a resposta correta é a letra A.

- Aluno 17: “Professora, essa é muito difícil”.

- Aluno 27: “Não, ela é bem parecida com aquela que o aluno 3 fez, porém o que as vezes complica muito são esses nomes das doenças.

- Professora/pesquisadora: “Vale lembrar que nem sempre serão citadas doenças, o albinismo e a braquidactilia são anomalias genéticas, mas, muito boa sua observação em relação às similaridades dos exercícios”.

De maneira geral, verificou-se que as atividades da SD propiciaram situações que permitiram a evolução e a reelaboração de conhecimentos. As tarefas desenvolvidas foram importantes para que as concepções iniciais e cotidianas dos

alunos se aproximassem das formulações científicas de conceitos sobre a Genética Mendeliana.

A sistematização desses conceitos, a partir da sensibilização para o tema, facilitou o estudo mais direcionado, aproximando os alunos, com todas as suas dúvidas e incertezas, do processo de formação deste conhecimento. Isso proporcionou momentos em que os estudantes puderam elaborar significados para uma palavra que começou a ser aprendida, além de constatar que algumas concepções equivocadas quanto à ciência foram minimizadas.

A verdadeira aprendizagem é aquela que transforma o sujeito, ou seja, os saberes ensinados são reconstruídos pelos educadores e educandos e, a partir dessa reconstrução, tornam-se autônomos, emancipados, questionadores, inacabados. “Nas condições de verdadeira aprendizagem, os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador igualmente sujeito do processo”. (FREIRE, 1996, p. 26).

Sob esse ponto de vista, percebemos a posição do educando como sujeito desse processo de reformulação do conhecimento, ao lado do educador. Ele passa a ser visto como agente e não mais como objeto, isto é, ambos fazem parte do processo ensino-aprendizagem numa concepção progressivista.

Em suma, a realidade opressiva é experimentada como um processo passível de superação, a educação para a libertação deve desembocar na práxis transformadora. (FREIRE, 1979, p.72).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das limitações dos alunos relacionadas à compreensão de determinados conceitos e introspecção de caminhos de raciocínio referente à temática da genética mendeliana, consideramos necessário o desenvolvimento de uma proposta contextualizada e significativa, que aborde tal tema.

Para isso, desenvolvemos, nesta pesquisa, uma sequência didática, cujo principal objetivo foi introduzir o conteúdo da Genética Mendeliana a alunos de 3º ano do Ensino Médio, a partir do estudo de pontos fragilizados, detectados em um questionário, anteriormente, aplicado.

Tido como abstrato e complexo – pelo fato de não ser diretamente observável e pela quantidade de conhecimentos – o conteúdo da Genética Mendeliana permeia todo o currículo da Biologia, ou seja, a construção do seu significado ocorre em várias fases da educação básica.

Considerando isso e o fato de que a tomada de consciência desse conceito depende da apropriação de vários outros conhecimentos subordinados, achamos pretensioso afirmar que a SD propiciaria aos alunos a compreensão dos termos utilizados em Genética Mendeliana e que melhoraria o raciocínio gerado durante a resolução dos problemas propostos em exercícios, envolvendo esta temática, uma vez que nos propomos a desenvolver conceitos mais gerais relacionados ao tema.

Um tema geral que precisa ser abordado é sobre o acoplamento estrutural, que Maturana (2001) define como um conjunto de mudanças que o meio provoca na estrutura de um determinado organismo e vice-versa, numa relação circular; ou seja, um organismo é sempre fonte de resposta para o meio onde se encontra e quando influenciado muda e que ao mudar responde, provocando também mudanças no meio que o influenciou.

Nessa perspectiva, ao replicar, o influenciado dá sempre a sua interpretação de como percebeu a mudança ou deformação provocada pelo meio, onde se estabelece, portanto, um diálogo, uma transação, sempre recorrente, enquanto permanecer o acoplamento estrutural.

Maturana (2001, 2003) reitera nossa natureza tipicamente voltada ao convívio, colaboração, cooperação e à aceitação dos demais, uma vez que o ser humano é um animal colaborador e cooperador por excelência, pois vive em uma rede de relações sociais cooperativas. Esta rede pressupõe a confiança, o respeito e

a ausência de dominação e manipulação entre as pessoas e esta contínua inter-relação entre os âmbitos biológico, humano e social constitui o fenômeno do conhecimento.

Segundo Maturana (2001, p.93-95) o compartilhar é, em nós, um elemento que pertence à nossa biologia “[...], pertencemos a uma linhagem na qual se conserva o viver em grupos pequenos em interações recorrentes [...] onde o que existe é um desencadear de transformações estruturais recíprocas no encontro [...]”.

Durante o desenvolvimento da (SD), foram visíveis as perturbações e o acoplamento estrutural que o grupo obteve, e, como seres sociais sujeitos a interações, houve uma mudança estrutural na forma de pensar sobre a Genética Mendeliana.

Como o processo de generalização de conceitos não é imediato, entendemos que as limitações identificadas durante e após o desenvolvimento das atividades são naturais, ainda mais em se tratando de conceitos tão complexos, como são os de Genética Mendeliana.

Vale lembrar que, enquanto agentes mediadores dos processos de ensino e aprendizagem, devemos considerar que a elaboração de um conceito não é imediata e não coincide com o que é estabelecido no programa escolar, há sempre discrepâncias e nunca coincidências entre o processo de aprendizagem escolar e o desenvolvimento das funções correspondentes.

Essas dificuldades tornaram-se subsídios para a continuação do processo iniciado nesta pesquisa, sempre com o escopo de ampliar o grau de generalização dos conceitos pertinentes ao tema. Entretanto, verificamos que o desenvolvimento das atividades da SD trouxe muitas contribuições, que consolidaram alguns conhecimentos, através da perturbação gerada.

Reiteramos que a presente pesquisa não se consolidou como uma forma de crítica pela crítica e nem como um roteiro de atividades para os docentes, mas sim como uma forma auxiliadora de propiciar alguns métodos de conduzir a Genética Mendeliana no E.M.

Na avaliação das atividades, também, constatamos que a mediação dos conceitos permitiu que os alunos conhecessem, entre outras coisas, o processo gradual e não-linear da formação de um conceito científico, o que certamente contribuiu para que algumas concepções equivocadas sobre a natureza do trabalho científico fossem reelaboradas. Foram os diálogos estabelecidos nas atividades que

possibilitaram a verificação de indícios destas reelaborações, e nisto, a professora/pesquisadora apresentou papel fundamental, pois, como agente mediadora da elaboração conceitual dos alunos, promoveu situações em que os novos conceitos puderam ser empregados e expressados.

Durante o desenvolvimento do trabalho pedagógico em sala de aula, muitas vezes nos decepcionamos com os resultados imediatos, porque desejamos que os alunos aprendam determinados conceitos em pouco tempo, por exemplo, em um bimestre. Se pensarmos desta maneira, continuaremos a nos decepcionar, pois, como discutimos, a aprendizagem é um processo complexo, cada sujeito aprende de forma diferente e os resultados positivos podem não se despontar rapidamente.

Segundo o pensamento de Freire (2001) encontra-se a ideia de que tudo está em permanente transformação e interação. Por isso, não há futuro *a priori*, como ele gostava de repetir no fim da vida, como crítica aos intelectuais que consideravam a emancipação das classes desfavorecidas como uma inevitabilidade histórica. Este ponto de vista implica a concepção do ser humano como "histórico e inacabado" e, conseqüentemente, sempre pronto a aprender, que se resume em uma famosa frase - "o mundo não é, o mundo está sendo".

Então, cabe a nós, professores, continuar a procurar/elaborar estratégias que possibilitem o diálogo e a contextualização dos conhecimentos historicamente acumulados, para que assim nossos alunos tenham a oportunidade de refletir o que aprendem na escola e em suas atividades cotidianas. E como seres cognitivos, durante o desenvolvimento deste trabalho pedagógico, deixamos claro, que a aquisição do conhecimento foi mútua, pois o processamento acontece para ambos, pesquisador e pesquisados, uma vez que sendo sistemas vivos, o processo ocorre como o viver. Enfim, conclui-se que a vida e a cognição estão ligadas definitivamente e a atividade mental é imanente à matéria em todos os níveis de vida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAMME, A.L.D.A. (2010). *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. Disponível em: http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2010/2o_2010/ANA_LUIZA_ABDO.pdf. Acesso em: 30/11/2014 Acesso em: 10/07/2014.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisas quantitativas e qualitativas*. São Paulo: Editora Pioneira, 2000 (1ª reimpressão).

ASTOLFI, JP.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. Campinas: Papirus, 1990.

AUDINO, I.F. *Cotidiano, pesquisa e linguagem: um novo caminho para reconstruir o processo de ensino-aprendizagem*. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

AYUSO, G.E.F; BANET, E.H.. Alternativas a la enseñanza de la genética em educación secundaria. *Revista Enseñanza de Las Ciencias*, Barcelona, v.2, n. 3, p. 133-157, 1996.

AZNAR, M.M.; IBANEZ, T.O. Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, v.27,p.101-121, 2005

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BANET, E.; AYUSO, G.E. Teaching of Biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School. *International Journal of Science Education*, v.25, p.373-407, 2003.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. DECRETO Nº 9394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Lei de Diretrizes e Bases, Brasília,DF, dez 1997. Disponível em: http://www.imprensanacional.gov.br/mp_leis/leis_texto.asp?Id=LEI%209887>. Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: proposta preliminar, segunda versão*, 2016. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc 2.v .revista.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc%202.v%20revista.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2016.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*, 1997. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*, 1998. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 10 julho de 2016.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*, 2000. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

BOSSA, N.A. *A Psicopedagogia no Brasil: contribuições a partir da prática*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

BUGALLO, A. La Didáctica de la Genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 3, p. 379-385, 1995.

CANTIELLO, A.C.; TRIVELATO, L.F. O Conceito de herança biológica no currículo do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA. EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 3., 2001. Atibaia-SP, *Anais*. p.221. 2001.

CARVALHO, M.R.B.; REGO, E.J.L.; QUEIRES, L.C.S. O processo de implantação e funcionamento do curso de licenciatura em ciências biológicas da universidade do estado da Bahia - campus II – Alagoinhas. *Revista Metáfora Educacional*, p. 3-18, 2012.

CHATTOPADHYAY, A. Understanding of genetic information in higher secondary students in Northeast India and the implications for genetics education. *Cell Biology Education*, v.4, p. 97–104, 2005.

CID, M.; NETO, A.J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico de conteúdo: o caso da Genética. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. p.1-5, 2005

DELIZOICOV, D. *Conhecimento, Tensões e Transições*. 1991. 207f. Tese – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____. Uma experiência em ensino de ciência na Guiné Bissau Depoimento. *Revista de Ensino de Física*, v.2, n.4, 1980a.

_____. Problemas e Problematisações. In: PIETRECOLA, M. (org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2001.

DESLAURIERS, J.P. Recherche qualitative- Guide pratique. Montreal: McGraw-Hill. 1991

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. Gêneros e progressão em expressão oral e escrita – elementos para reflexões sobre uma experiência suíça (francófona). In: SCHNEUWLY, B. et al. *Gêneros orais e escritos na escola*. [Tradução e organização: Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro]. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

FREIRE, P. *Conscientização: Teoria e Prática da Libertação* – Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Moraes, 1980.

_____. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

_____. *Educação e Mudança*. São Paulo: Paz e Terra, 1979.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e terra, 1996.

_____. *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 16ª ed. 2009.

_____. *Pedagogia do Oprimido*, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Pedagogia do oprimido*. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 184 p., 2001.

_____. *Política e educação: ensaios*. São Paulo: Cortez, 1995.

_____. *Política e educação*. São Paulo: Cortez, 1997.

FREIRE, P.; NOGUEIRA, A. *Que fazer: teoria e prática em educação popular*. Petrópolis, 1993.

FREITAS, H.M.R.; CUNHA JÚNIOR, M.V; MOSCAROLA, J. Aplicação de sistemas de software para auxílio na análise de conteúdo. *Revista de Administração da USP*, v. 32, n.3, p. 97-109, 1997.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. São Paulo: Artmed, 2009.

FOSSÁ, M.I. *Proposição de um constructo para análise da cultura de devoção nas empresas familiares e visionárias*. 2003. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GEHLEN, S.T. *A função do problema no processo ensino -aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky*. 2009. Tese doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina. 2009

GOLDBACH, T.; MACEDO, A.G. Olhares e tendências na produção acadêmica nacional envolvendo o ensino de genética e de temáticas afins: Contribuições para uma nova “genética escolar”. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6., 2007, SC, *Anais...* 2007(b).

GOLDMANN, L. Ciências Humanas e Filosofia. O que é a sociologia ? 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A, 1974.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. *Introdução à genética*. Tradução de Paulo Armando Motta. 6. ed. Rio de Janeiro: G. Koogan, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with Natural Selection. *International Journal of Science Education*, v. 14, p. 51-61, 1992.

JUSTINA, L.A.D; LEYSER-DA-ROSA, V. Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”, 8, 2000. São Paulo: FEUSP, p.794-795, 2000.

KRASILCHICK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*. v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

Leis de Mendel - cruzamentos em *Só Biologia*. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2008-2018. Consultado em 25/10/2018 às 16:29. Disponível na Internet em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/leismendel2.php>

LENOIR, Y.; LAFOREST, M. (Org.). La bureaucratisation de la recherche en education et en sciences sociales: constats, impacts et conséquences. Sherbrooke: CRP, 1996. p. 205-232.

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. What's in a cell? - Young people's understanding of the genetic relationship between cells within an individual. *Journal of Biological Education*, v.34, p.129-132, 2000b.

LIBÂNEO, J.C. Licenciatura em Pedagogia: a ausência dos conteúdos específicos do ensino fundamental. In: GATTI, Bernadete Angelina et al. (Org.). *Por uma Política Nacional de Formação de Professores*. São Paulo: UNESP, p. 73-94, 2013.

LOPES, A.C.; GOMES, M.M.; LIMA, I.S. Diferentes contextos na área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias dos parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: integração com base no mercado. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ano 3, 2001, Atibaia. *Atas...* Porto Alegre: ABRAPEC, 1 CD-ROM. Apresentação Oral. p. 50. 2001.

LOPES, S; ROSSO, S, *Biologia*, São Paulo, Saraiva, volume 1, 3ª edição, p.259, 2010

MAGALHÃES, M.C.C. (org.). A formação do professor como um profissional crítico: linguagem e reflexão. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

MATURANA, H. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Organizado e traduzido por Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

_____. (Org.). *Conversando com Maturana de educación*. Málaga: Ediciones Aljibe, 2003.

_____. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1998

_____. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

_____. Ontologia da realidade. In: MAGRO, Cristina et al. (Orgs.). *Ontologia da realidade*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, p. 243- 326, 1997.

_____. *Presentación*. Sem data. Disponível em:
www.uchile.cl/facultades/ciencias/1.

MATURANA, H.; REZEPA, S.N. Formação e capacitação humana. Petrópolis: Vozes, 2000

MATURANA, H.; VARELA, F. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano*. São Paulo: Psy, 1995.

_____. *A Árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2001.

_____. *De máquinas e seres vivos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997a

_____. *De máquinas y seres vivos: Una teoría sobre La organización biológica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1973.

MAYR, E. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Tradução Ivo Martinazzo. Brasília: Editora da Universidade de Brasília. 1998. 1107p.

MINAYO, M.C.S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, v. 2. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2017.

MORAES, M.C. *Recuo da teoria: dilemas da pesquisa em educação*. Revista Portuguesa de Educação, Lisboa, v. 14, n. 1, p. 7-25, 2001.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários a uma educação futura*. São Paulo: Cortez, 2003.

MOTOKANE, M.; KAWASAKI, C.; OLIVEIRA, L. Por que biodiversidade pode ser um tema para o ensino de ciências? In: MARANDINO, M. *Olhares sobre os diferentes contextos da biodiversidade: pesquisa, divulgação e educação*. São Paulo: GEENF/FEUSP/INCTTOX, p. 30-60, 2010.

NASCIMENTO, E. L. 2009. Gêneros da atividade, gêneros textuais: repensando a interação em sala de aula. In: _____. (org.). Gêneros textuais: da didática das línguas aos objetos de ensino. São Carlos: Editora Claraluz, p. 51-90.

PAIVA, A.L.B.; MARTINS, C.M.C. Concepções Prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. *Pesquisa em educação em ciências*. v. 7, n. 3, p. 182-201, 2005.

PELLANDA, N.M.C. *Maturana e a Educação*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

POZO, J.I; CRESPO, M.A.G. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIS, T.A. et al. O ensino de Genética e a atuação da mídia. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDENORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICO, 5., 2010, Maceió. *Anais...* Maceió: CONNEPI, 2010.

ROSSETO, E. A contribuição do pensamento de Maturana para a educação. *Educere et Educare – Revista de Educação*. v. 5, nº 10, 2010.

SANTOS, H. *A busca de um caminho para o Brasil – a trilha do círculo vicioso*. São Paulo: SENAC, 2001.

SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N. A história da Ciência como aliada no ensino de Genética. *Genética na escola*. v.1, n.1, p.17-18, 2006

SCHEID, N.M.J.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M.C. O ensino de genética e as implicações éticas no currículo escolar. In: Congresso Nacional de Genética. 47, 2001, São Paulo. *Anais...* Águas de Lindóia, São Paulo, p. 1067, 2001.

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. *Referencial curricular Ensino Médio Mato Grosso do Sul*. - Campo Grande- MS, 2012

SEIXAS, L.M.J. *Estratégias pedagógicas para um Ambiente Multi-agente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem*- AMPLIA. 167 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia. IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, nº extra, p. 942-1948, Girona, 2013.

SILVEIRA, L.F. S. Uma contribuição para o ensino de genética. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática). 2008, 116f. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.

SILVEIRA, R.V.M.; AMABIS, J.M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético?. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 4, 2003. Bauru-SP, 2003.

THOMSON, N.; STEWART, J. Genetics inquiry: strategies and knowledge geneticists use in solving transmission genetics problems. *Science Education*, v.87, p.161-180, 2003.

TODARO, M.A.; BOCCIA, M.B.; Freire, P.; Maturana, H. Diálogo (im) possível? *Comunicações Piracicaba*, n. 1 .p. 173-182, 2015.

TORQUATTO, J. *Genética O Que Esse Assunto Tem A Ver Com Você ?* São Paulo. 1ª Ed. 2013.

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

VENVILLE, G.; TREGUST, D.F. Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, p.1031–1055, 1998.

ZABALA, A. *A prática educativa*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTA DE AUTORIZAÇÃO ENTREGUE À ESCOLA



ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
ESCOLA ESTADUAL JOSÉ ANTÔNIO PEREIRA

Escola Estadual José Antônio Pereira
Criação 955/89 D.O. N.º 16.435 de 17/09/1969
Autorização: Ensino Fundamental e Médio
Resolução /SED n.º 2.810 de 27/12/2013
Rua: Antônio Pinto 257 - Bairro Taveirópolis
CEP: 79090-170 - fone/fax: (0xx67) 3314-1248
Campo Grande MS

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Rejane Dias Delmão diretora da Escola Estadual José Antônio Pereira, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada **"APROPRIAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA GENÉTICA MENDELIANA: POSSIBILIDADES E LIMITES DETERMINADOS PELA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS"** sob responsabilidade da pesquisadora Melissa da Silva Escobar de Carvalho que tem como objetivo analisar como os alunos do 3º ano do ensino médio se apropriam de conhecimentos de Genética Mendeliana para poderem resolver problemas pertinentes a essa temática. .

"Declaro ter lido e concordar com o parecer ético emitido pelo CEP da instituição proponente, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas co-responsabilidade como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Atenciosamente,

Campo Grande, 15 de março de 2017.


Direção Rejane Dias Delmão
RES P. SED nº 026/2017

Rua: Antônio Pinto, n.º 257- Bairro Taveirópolis -CEP: 79090-170.
eejap@sed.ms.gov.br

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/TALE

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário de uma pesquisa intitulada **“Apropriação de Conhecimentos da Genética Mendeliana: Possibilidades e Limites Determinados pela Resolução de Problemas”**, conduzido pelas pesquisadoras Melissa da Silva Escobar de Carvalho e Vera de Mattos Machado.

A presente pesquisa tem como objetivo verificar as contribuições de uma sequência didática elaborada após a aplicação de um questionário, que será empreendida a alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual José Antônio Pereira.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a sua importância para o entendimento da Genética Mendeliana no processo de ensino-aprendizagem.

Para a realização da pesquisa, envolvendo a sua participação, será necessário responder um questionário e participar de atividades organizadas em uma sequência didática (SD) a ser aplicada em sala de aula e que será gravada em áudio. Esclarecemos que a etapa de responder o questionário terá duração de 2 aulas ou 100 minutos, e o período total de duração da SD poderá ser de 4 a 6 aulas, cujo tempo de cada aula no ambiente escolar é de 50 minutos.

Riscos de sua participação na pesquisa: desconfortos durante a aplicação do questionário. Caso você se sentir constrangido, será garantido à recusa da resposta a qualquer tempo durante a pesquisa, sem causar prejuízo a sua participação.

Benefícios de sua participação na pesquisa: os resultados serão compartilhados e estarão à sua disposição quando finalizada a pesquisa sob a forma de um banner, que ficará à disposição da comunidade escolar.

Esclarecemos que não serão feitas filmagens em nenhuma das etapas; ao responder ao questionário e nem durante desenvolvimento da SD. Sua participação nesse estudo é voluntária e será garantida a você plena autonomia para decidir não participar ou se quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo e não sofrerá nenhum prejuízo. Serão usados também os resultados coletados durante a pesquisa entre os meses de outubro a dezembro de 2017 e/ou janeiro a março de 2018. Esses dados poderão ser apresentados e/ou publicados em eventos científicos ou publicados em periódicos científicos.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo.

Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo (a), garantindo seu anonimato. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda e arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Sua participação na pesquisa não gerará ônus ou bônus financeiro a sua pessoa.

Para participar deste estudo, o seu responsável deverá autorizar e assinar um termo de consentimento livre e esclarecido/ TCLE.

_____ Rubrica do participante

_____ Rubrica da Pesquisadora

Se você ou os responsáveis por você tiver (em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar a pesquisadora Melissa da Silva Escobar de Carvalho pelo telefone (67) (067) 9 96697966 ou por e-mail apismel47@gmail.com/apismel_8@hotmail.com ou a pesquisadora Vera de Mattos Machado pelo telefone (67) 9 91466868 ou por e-mail veramattosmachado1@gmail.com.

Para perguntas sobre seus direitos como participante entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande- MS, pelo telefone (67) 33457187.

Assinatura do participante

Informo que este documento será elaborado em duas vias ,sendo uma do participante e outra do pesquisador.

Assinatura: Melissa da Silva Escobar de Carvalho - pesquisadora
responsável pela obtenção do TALE

Campo Grande/MS, ____ de _____ de 20____.

APENDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Seu filho está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa intitulado “**Apropriação de Conhecimentos da Genética Mendeliana: Possibilidades e Limites Determinados pela Resolução de Problemas**”, conduzido pelas pesquisadoras Melissa da Silva Escobar de Carvalho e Vera de Mattos Machado.

A presente pesquisa tem como objetivo verificar as contribuições de uma sequência didática elaborada após a aplicação de um questionário, que será empreendida a alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual José Antônio Pereira.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a sua importância para o entendimento da Genética Mendeliana no processo de ensino-aprendizagem.

Para a realização da pesquisa, envolvendo a participação de seu filho, será necessário que ele responda um questionário e participe de atividades organizadas em uma sequência didática (SD) a ser aplicada em sala de aula, que será gravada em áudio. Esclarecemos que a etapa de responder o questionário terá duração de 2 aulas ou 100 minutos. E o período de duração da SD poderá ser de 4 a 6 aulas, cujo tempo de cada aula no ambiente escolar é de 50 minutos.

Riscos da participação de seu filho: desconfortos durante a aplicação do questionário. Caso ele se sinta constrangido, será garantido à recusa da resposta a qualquer tempo durante a pesquisa, sem causar prejuízo a participação.

Benefícios da participação de seu filho na pesquisa: os resultados serão compartilhados e estarão à disposição quando finalizada a pesquisa, sob a forma de um banner que ficará à disposição da comunidade escolar.

Esclarecemos que não serão feitas filmagens em nenhuma das etapas; ao responder ao questionário e nem no desenvolvimento da SD. A participação de seu filho nesse estudo é voluntária e será garantida a ele plena autonomia para decidir não participar ou se ele quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo e não sofrerá nenhum prejuízo.

Serão usados também os resultados coletados durante a pesquisa entre os meses de outubro a dezembro de 2017 e/ou janeiro a março de 2018. Esses dados poderão ser apresentados e/ou publicados em eventos científicos ou publicados em periódicos científicos. Na publicação dos resultados desta pesquisa, a identidade de seu filho será mantida no mais rigoroso sigilo.

Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo, garantindo seu anonimato. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda e arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

A participação de seu filho na pesquisa não gerará ônus ou bônus financeiro a sua pessoa.

_____rubrica do pai e/ou responsável

_____rubrica da pesquisadora

Fui informado (a) dos objetivos da pesquisa intitulada **“Apropriação de conhecimentos da genética mendeliana: possibilidades e limites determinados pela resolução de problemas”** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar.

Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Assinatura do pai e/ou responsável

Informo que este documento será elaborado em duas vias, sendo uma do pai e/ou responsável e outra do pesquisador.

Assinatura da pesquisadora responsável pela obtenção do TCLE

Para demais perguntas ou esclarecimentos sobre a pesquisa projeto em geral entre em contato com a pesquisadora pelo telefone (067) 9 96697966 ou por e-mail apismel47@gmail.com ou apismel_8@hotmail.com ou a pesquisadora Vera de Mattos Machado pelo telefone (67) 9 91466868 ou por e-mail veramattosmachado1@gmail.com.

Para perguntas sobre seus direitos e/ou dúvidas entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande- MS, pelo telefone (067) 33457187.

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Questionário de Concepções Prévias

Este questionário está sendo conduzido pela pesquisadora Melissa da Silva Escobar de Carvalho, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFMS. As perguntas abaixo fazem parte da etapa inicial da pesquisa, Não sendo obrigatório responder as questões que o participante não souber, sua participação no estudo é voluntária. As perguntas que permanecerem em branco não terão prejuízo algum ao participante.

Biologia

01) Onde na sua opinião, localizam-se as informações genéticas? Justifique.

02) Qual é a relação entre DNA e gene?

Justifique

03) Como se dá a transmissão das características genéticas aos descendentes?

Justifique. _____

04) O que é locus gênico?

Justifique. _____

05) Aponte ,no seu entendimento, em que condições o indivíduo é homozigótico ou heterozigótico?

06) Diferencie através de exemplos os termos FENÓTIPO e GENÓTIPO.

Justifique _____

07) Existem alelos dominantes e alelos recessivos. Diferencie-os com exemplos práticos. Mostre como chegou à sua conclusão _____

08) Os geneticistas utilizam dois sistemas básicos para simbolizar os pares de genes alelos. O mais utilizado é o que é escolhido como símbolo do loco gênico a primeira letra do caráter observado com maior raridade. Esse caráter é chamado mutante, pois considera-se que surgiu por mudança a partir do outro, mais frequente na natureza. A partir do exposto analise a questão e assinale a alternativa correta:

(Pucsp) "Casais de pigmentação da pele normal, que apresentam genótipo __ (I) __ podem ter filhos albinos. O gene para o albinismo é __ (II) __ e não se manifesta nos indivíduos __ (III) __. São albinos apenas os indivíduos de genótipo __ (IV) __."

No trecho acima, as lacunas I, II, III e IV devem ser preenchidas corretamente e, respectivamente, por: (Mostre como chegou à sua conclusão)

- a) AA, dominante, homozigoto e aa.
- b) AA, recessivo, homozigoto e Aa.
- c) Aa, dominante, heterozigotos e aa.
- d) Aa, recessivo, heterozigotos e aa.
- e) aa, dominante, heterozigotos e AA.

09) Suponhamos que, numa planta, a cor branca do fruto seja condicionada por um gene dominante B e a cor amarela, pelo alelo b. A forma discóide é condicionada por um gene dominante E e a forma esférica, pelo alelo e. Cruzando-se uma planta BbEe com outra BBee, qual a probabilidade de aparecimento de exemplares BbEE e BbEe respectivamente? Assinale a alternativa correta e escreva o fenótipo de cada planta citada representado-as no quadro de Punnett – Mostre como chegou à sua conclusão.

- a) $4/16$; $1/4$
- b) 0 ; $4/16$
- c) $4/16$; $4/16$

d) $1/16$; $3/16$

e) $4/16$; 0

10) Um homem afetado por albinismo (recessivo) e heterozigoto para braquidactilia (dedos muito curtos – característica dominante), casa-se com uma mulher normal heterozigota para albinismo e heterozigota para braquidactilia. Qual a probabilidade de aparecimento de exemplares braquidáctilos e com pele normal e Normal para braquidactilia e albinos?

Assinale a alternativa correta – Mostre como chegou à sua conclusão.

a) 37,5%;12,5%

b) 75%; 25%

c) 25%; 25%

d) 50%; 25%

e) 12,5% ; 37,5%

APÊNDICE E – SUBMISSÃO REVISTA


<https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/author/submissao>







INTERFACES DA EDUCAÇÃO

[CAPA](#)
[SOBRE](#)
[PÁGINA DO USUÁRIO](#)
[CATEGORIAS](#)
[PESQUISA](#)
[ATUAL](#)
[ANTERIORES](#)
[NOTÍCIAS](#)
[NORMAS](#)

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #2190 > Resumo

#2190 SINOPSE

[RESUMO](#)
[AVALIAÇÃO](#)
[EDIÇÃO](#)

SUBMISSÃO

Autores	Vera de Mattos Machado, Melissa da Silva Escobar de Carvalho
Título	O ESTADO DA ARTE SOBRE AS PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS E O REFERENCIAL TEÓRICO DE HUMBERTO MATURANA
Documento original	2190-6287-1-SMDOCX 2017-10-28
Docs. sup.	Nenhum(a)
Submetido por	Sra Melissa da Silva Escobar de Carvalho 
Data de submissão	outubro 28, 2017 - 05:36
Seção	Artigos
Editor	Susy Pereira 

SITUAÇÃO

Situação	Arquivado
Iniciado	2017-11-09
Última alteração	2017-11-09

METADADOS DA SUBMISSÃO

EDITAR METADADOS

AUTORES

Nome	Vera de Mattos Machado 
Instituição/Afiliação	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

OPEN JOURNAL SYSTEMS

Ajuda do sistema

USUÁRIO

Logado como: patagonianillo

Meus periódicos

Perfil

Sair do sistema

NOTIFICAÇÕES

Visualizar (7 nova(s))

Gerenciar

AUTOR

Submissões

Ativo (0)

Arquivo (2)

Nova submissão

IDIOMA

Selecione o idioma

Português (Brasil)  Submeter

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos 

Pesquisar

Procurar

Por Edição

Por Autor

Por título