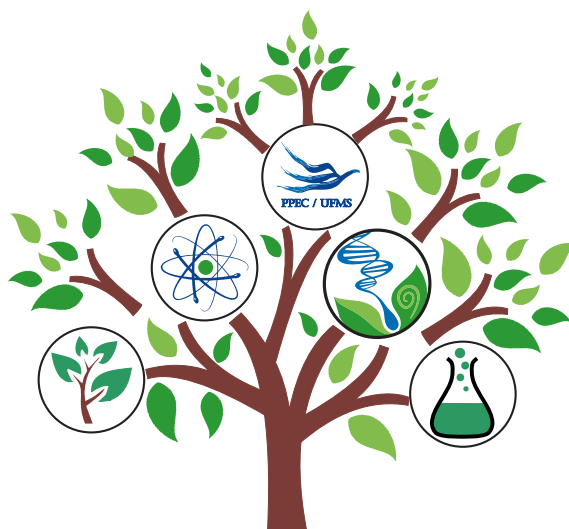


PROPOSTAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

VOLUME NÚMERO 2018

ISSN 0000-0000



DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE PERTURBAÇÃO DA ESTRUTURA DO CONHECIMENTO COMO ATIVIDADE DE CONSOLIDAÇÃO DE CONCEITOS MENDELIANOS

MELISSA DA SILVA ESCOBAR DE CARVALHO

VERA DE MATTOS MACHADO

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

INSTITUTO DE FÍSICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL



PPEC / UFMS



Instituto de Física
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



UFMS

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	2
2 A PERSISTÊNCIA DE MENDEL E A IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA NO CONTEXTO ATUAL.....	3
3 A GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA RESPONSABILIDADE NA FORMAÇÃO ÉTICA E CIDADÃ.....	6
4 O CURRÍCULO NACIONAL PARA O ENSINO MÉDIO E SUAS ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE GENÉTICA	9
5 OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS AO ENSINO DE GENÉTICA A NÍVEL MÉDIO	13
6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE GENÉTICA MENDELIANA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	16
6.1 OBJETIVO GERAL.....	18
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
6.3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO.....	18
6.4 PÚBLICO-ALVO.....	18
6.5 METODOLOGIA.....	18
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
APÊNDICE.....	29
ANEXOS	33

1 APRESENTAÇÃO

Este produto trata de uma sequência didática, fruto da dissertação de mestrado “Apropriação de Conhecimentos da Genética Mendeliana: Possibilidades e Limites determinados pela Resolução de Problemas” e destina-se a professores de Ciências e Biologia, que buscam alternativas para minimizar as dificuldades encontradas, pelos alunos, na aprendizagem destes conceitos.

Antes de apresentar nossa proposta, devemos estar cientes, enquanto professores, de que a aprendizagem de conhecimentos científicos não se dá de forma simples, uma vez que, segundo Freire (2001) 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.

Esse ponto de vista implica a concepção do ser humano como "histórico e inacabado" e, conseqüentemente, sempre pronto a aprender. E numa famosa frase, o autor diz - "o mundo não é, o mundo está sendo".

Desse modo, a elaboração de um conceito pode não coincidir com o tempo determinado pelo currículo escolar, já que a construção do significado da palavra tem início, a partir de generalizações do tipo mais elementar, que será substituída por generalizações mais elevadas, à medida que novos conceitos são incorporados à palavra nos processos de ensino e aprendizagem.

Nesse produto, procuramos mediar a aprendizagem de alguns conceitos de Genética Mendeliana, como um processo gradual e não-linear da formação desses conhecimentos. O público-alvo são alunos de 3º ano do Ensino Médio, entretanto, nada impede que esta proposta seja adaptada a quaisquer séries ou aos diferentes contextos em que as aprendizagens se inserem.

Antes de descrever as atividades que compõem a sequência didática, apresentamos a seguir algumas ideias, que fundamentaram a elaboração deste trabalho.

2 A PERSISTÊNCIA DE MENDEL E A IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

Johann Mendel nasceu na aldeia de Heinzendorf, na Silésia austríaca (hoje Hyncice), em uma família de camponeses muito pobres. Sofreu na infância, ficando várias vezes doente. A falta de dinheiro e saúde quase fizeram com que o jovem não ingressasse nos estudos superiores. Para que contornasse suas dificuldades, resolveu ingressar no mosteiro agostiniano de São Tomás de Brunn (hoje Brno), na Morávia (na então Tchecoslováquia), em 1843. O mosteiro exigia que seus membros ministrassem aulas nas instituições de ensino superior de Brno. Assim que Mendel entrou no mosteiro foi enviado para a Universidade de Viena onde teve a oportunidade de conviver com professores ilustres e quando regressou ao mosteiro já iniciou um estudo com o objetivo de entender as leis da hibridação das variedades de vegetais. A escolha de seu material de trabalho foi influenciada por dois fatores: (1) a Morávia, na época, era uma região economicamente ativa graças ao bom desenvolvimento da horticultura;(2) como filho de camponeses, foi iniciado muito cedo nas artes da agricultura e da realização de enxertos. Mendel pode não ter sido o pioneiro nas pesquisas científicas sobre hibridação mas foi o primeiro a estabelecer leis para explicar a variedade entre as plantas. Foi muito feliz na escolha do material, mas mesmo sendo ignorado pela comunidade científica da época, Mendel manteve seu otimismo e a confiança em sua obra. Certo dia, conversando com um colega no jardim do mosteiro onde toda a pesquisa foi realizada, disse uma frase célebre que se tornaria profética: “Meu tempo virá.”

E veio pois, em 1900, a obra do monge cientista foi revista, adquirindo a importância que lhe era devida. Essa valorização, ainda que tardia, deve-se a três biólogos: o holandês Hugo de Vries (1848-1935), o alemão Carl Correns (1864-1933) e o austríaco Erich Tschermak (1871-1962), que obtiveram resultados idênticos aos de Mendel em seus experimentos.

Esses pesquisadores, através de uma consulta bibliográfica, verificaram que o trabalho do monge sobre hereditariedade tinha sido publicado 35 anos antes de seus próprios estudos. Em sua homenagem, batizaram as leis da hereditariedade de Leis de Mendel. Elas são o marco inicial de uma nova ciência que seria chamada de ‘genética’. A partir de então, vários pesquisadores se voltaram para essa área de estudo e fizeram com que a mesma evoluísse até o nível de conhecimento 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 (MELLO et al, 2000).

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 *etc.*). (JUSTINA et al, 2000).

Cabe observar, no entanto, uma tendência, de jornais e revistas, em apresentar, superficialmente, informações técnico-científicas, com ênfase nos fatos e acontecimentos de interesse conjuntural, sem compromisso com orientações educativas. Ante estas informações, o cidadão, para tomar decisões e, até mesmo, para compreendê-las, depende de uma base sólida de conhecimento, 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 em um nível que permite fazer a ponte entre os níveis biológicos, que se ocupam dos organismos e dos níveis bioquímicos, que tratam de fenômenos moleculares; ou seja, além de contribuir para a unificação da biologia, mostra que os processos genéticos presentes nas diversas espécies apresentam grande similaridade, apesar da grande diversidade da vida (MAYR, 1998).

O ensino de genética reveste-se 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, como 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 conceitos e modelos explicativos tenham sido os tópicos mais investigados pelos pesquisadores, dedicados ao ensino de biologia (BANET; AYUSO, 2003; LEWIS; WOOD-ROBINSON, 2000).

3 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 a questões 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, esta 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.

No caso das escolas públicas, deve-se assegurar o caráter laico do ensino, conforme determina a lei. Os PCNEM 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

Em um artigo, intitulado “Promover o ensino de bioética no mundo”, Noelle Lenoir (1996, p.66), presidente do Comitê Internacional de Bioéthique, ressalta a importância deste, em níveis de ensino, incluindo o Ensino Médio:

“[...] No plano do ensino Ensino Médio, 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”.

Nesse sentido, 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; a fim de que possa incluir em suas aulas discussões sobre as potencialidades e os limites éticos destas pesquisas, o respeito à vida e a natureza (SCHEID; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2001).

Observe uma reportagem do jornal O Globo de 24/04/2017, que diz o seguinte: “Manipulação genética de embriões humanos gera debate ético, pois alterou genoma humano na tentativa de corrigir um defeito responsável por doença.”

A divulgação de um artigo científico, em que pesquisadores chineses descreveram 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 na semana passada, no 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 primeiro 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, ela lembra que, de acordo com a Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas 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 da ética da Genética para a Humanidade.

É necessário que os alunos saibam que, ao exercer a cidadania, como por exemplo, o voto, de referendos, de participações em organizações e até mesmo manifestações populares, devem decidir sobre o uso de tecnologias, que podem afetar diretamente suas vidas e, assim, se tornem participantes efetivos das decisões da sociedade em que vivem.

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

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) são um documento oficial, publicado pelo Ministério da Educação, 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 Ensino Médio, cujo início ocorreu com a elaboração da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996. A partir desta nova lei, o Ensino Médio passou a ter, não somente um caráter de formação profissional e pré-universitária, como estabelecia a antiga LDB 5692 (BRASIL, 1964), um comprometimento com a formação humana do educando, tendo como princípios a educação para a cidadania, formação ética e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Para atender as propostas da nova LDB, os PCNEM destacaram a importância de uma educação, que incluísse os alunos no universo contemporâneo; e, que levasse 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 traz 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, a importância da biodiversidade 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 Ministério da Educação também publicou, no mesmo ano, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio). Estes cadernos estão divididos em três volumes, que seguem a divisão proposta pelos PCNEM para o Ensino Médio, ou seja, nas três áreas de conhecimento, sendo 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 deve ser 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 conteúdo 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, que estão diretamente relacionados ao 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, baseia-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 de 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, que 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, uma vez que trará os conhecimentos essenciais, as competências e as aprendizagens pretendidas para crianças e jovens em cada etapa da educação básica em todo país. Nesta perspectiva, pretende-se 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 2ª versão da BNCC de maio de 2016, na Unidade Curricular 4 (UC4) traz que deve-se 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 a 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.

5 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 e 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, frequente nos currículos e nos livros didáticos (CANTIELLO; TRIVELATO, 2001; CHATTOPADHYAY, 2005; MARBACH, 2001; SILVEIRA; AMABIS, 2003), que desfavorece a compreensão da relação estabelecida entre conteúdos centrais, como entre DNA e cromossomos ou entre meiose e leis de Mendel.

Associadas à abordagem fragmentada, somam-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.

Temos ainda problemas relacionados a termos abstratos e de difícil terminologia normalmente utilizados na genética. Pesquisas mostram que alunos do Ensino Médio têm dificuldade em relacionar termos como DNA, cromossomos, genes, genoma, etc. (SCHEID; FERRARI, 2006) e, principalmente, compreender como estes termos se inter-relacionam, que é fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos em que participam; e a sua não compreensão e não entendimento de suas conexões levam 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 este processo, um conceito já existente, ainda que falso em um plano científico, sirva de sistema explicativo eficaz e funcional para o estudante (ASTOLFI; DEVELAY, 1990 apud REBELLO, 2000).

Comparado a outros tópicos como a citologia, a ecologia e 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 de 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 é um processo evolucionário de assimilação e captura conceitual, na qual concepções prévias são reconciliadas a novas concepções; ao invés de um processo de simples acomodação e mudança conceitual, em que as pré-concepções 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, já que um conceito mal conhecido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aprendiz na tarefa de resolver um problema. É necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de Genética, partindo

das ideias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico.

Outro desafio atual consiste na má formação docente, cujo problema é recorrente nos cursos de formação inicial de professores de biologia. No ensino de genética, a nível médio, se expressa a dificuldade e insegurança apresentada por professores para lidar com temas atuais, devido a pouca intimidade, desatualização e posição acrítica 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 desse tipo de discussão nos cursos de graduação; pois isto 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.

6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE GENÉTICA MENDELIANA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

O produto apresentado é uma proposta que visa contribuir com o fazer pedagógico dos professores regentes de Biologia, dos anos finais do Ensino Médio (E.M.), em relação à temática Genética Mendeliana, principalmente, em relação à apropriação de conceitos utilizados para resolução de problemas (RP).

A pesquisa iniciou-se com a execução de um questionário, onde a maioria das perguntas girava em torno de conceitos básicos, a Primeira Lei de Mendel e somente duas questões que abordavam a Segunda Lei.

Foi surpreendente observar a dificuldade dos alunos em desenvolver o raciocínio para iniciar uma resposta discursiva ou mesmo em realizar um cruzamento genético. Por este motivo, pensamos em desenvolver uma forma de facilitar esta apropriação de conceitos e/ou desenvolvimento de linhas de raciocínio que auxiliassem alunos e professores no desenvolvimento desta temática tão importante e um tanto complexa.

As sequências didáticas (SD), segundo Carvalho (2013), 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 et al. (2013), por outro lado, colocam de forma mais detalhada as principais características das SD, segundo seus pontos de vista e vivências: participação ativas dos alunos, não sendo eles restritos simplesmente ao papel de 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; 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, 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. 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 eles podem ser classificados em multidisciplinares, que remete à 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).

Assim, espera-se que a formação continuada na perspectiva colaborativa, por meio da elaboração da sequência didática, leve os professores envolvidos a

refletirem sobre sua ação, contribuindo com uma mudança na prática pedagógica dos professores regentes dos anos iniciais e dos professores dos laboratórios de Ciências.

6.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir com a apropriação de conceitos mendelianos, através de determinadas etapas, como: sensibilização, desenvolvimento e consolidação de conceitos, para o ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Médio/EM.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar e analisar as concepções dos alunos participantes, acerca da temática Genética Mendeliana.

Discutir com os alunos, durante as etapas da sequência didática sobre as formas pelas quais foi desenvolvido o raciocínio para a resolução das situações problemas.

6.3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Ensino de Ciências no Ensino Médio.

Genética Mendeliana.

6.4 PÚBLICO-ALVO

Alunos do 3º ano do Ensino Médio, de uma Escola da Rede Estadual de Ensino, de Campo Grande/MS.

6.5 METODOLOGIA

A Sequência Didática (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, parte das falas dos alunos durante o desenvolvimento das atividades da SD foram gravadas, digitalmente, para registro das interações verbais; nas aulas práticas, com a atividade de realização de um cruzamento hipotético, a dinâmica e o comportamento 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 aponta que é no conviver, como processo educativo, que ocorre a transformação estruturada, a compreensão e aquisição do conhecimento; que o uso da linguagem interfere diretamente nesta mudança, sem desprezar as experiências anteriores, mas sim, que proporciona novos elementos a serem agregados.

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 a 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 respondemos com os alunos, porém não com o intuito de fazê-los refazer os exercícios, mas, de que eles pudessem visualizar, de maneira empírica, os conhecimentos trabalhados no decorrer da SD e como os processos mentais se transformaram após todo este processo.

Um dos propósitos da elaboração da Sequência Didática é promover discussões e favorecer o desenvolvimento da aprendizagem de conceitos, pertinentes à Genética Mendeliana, com alunos matriculados nos anos finais do Ensino Médio.

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: 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 iniciou-se um processo de mudança estrutural como acrescenta Maturana e Varela.

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 se dá 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.

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 e 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 estas 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 da espermatogênese quanto da ovogênese.

Avaliação: perguntas realizadas pelos alunos sobre o tema, uma vez que fora solicitado que registrassem as perguntas e colocassem numa caixa, porque, após o término da aula, elas 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: 1 hora/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 homocigotos 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.

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.

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, este domínio só passará a ser aprendizagem, se propiciar condições para que ocorram

interações (através da linguagem) entre os participantes, permitindo que ocorram coordenações das ações e coordenações das coordenações (metacognição).

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 V – RETOMADA AO QUESTIONÁRIO

Objetivos: Retomar o questionário e responder em conjunto com os alunos as perguntas, porém não com o intuito de fazê-los refazer os exercícios e visualizar de maneira empírica os conhecimentos trabalhados no decorrer da SD e como os seus processos mentais se transformaram após todo esse 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 se dá a transmissão das características genéticas, Mitose, Meiose e Gametogênese, Cromossomos Homólogos; Genes Alelos; Gametas e quadro de Punnett

Metodologia: 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.

Avaliação: numa grande roda de conversa, aconteceram perguntas e repostas.

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.

Deixamos claro que, com certeza, não conseguimos abarcar todas as dificuldades dos alunos, mas, que a (SD) se mostrou como um produto de amplitude e elemento de quebra de barreiras.

Nesse sentido, o papel do professor tem uma função diferente do que normalmente presenciamos na educação tradicional. Nesta, a relação professor-

aluno está amparada 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 das tarefas e o que deve ser usado como ferramenta física ou conceitual para esta realização.

Já no pensamento sistêmico, a relação professor-aluno deve ser vista como um processo de aprendizagem coletiva, pautado em alterações contínuas e recíprocas, ou seja, o que o professor ensina precisa ter significado para ele próprio, além de o ser e o fazer estarem o mais próximo possível em sua atuação.

Assim, partindo-se dos pressupostos epistemológicos alicerçados na abordagem sistêmica, o professor conduz suas aulas no sentido de fazer do aluno um participante ativo em busca das decisões a serem tomadas, que abrem espaços de convivência. Daí procura-se priorizar não o que se aprende, mas a partir de qual perspectiva o aluno aprende e como diz Maturana (2003, p.52) para se ter uma boa aprendizagem: “Entonces lo central no es la temática que se aprende sino desde donde se está para aprenderla”.

As idéias de Maturana acerca da educação levam-nos a compreender que educar é conviver em um espaço de aceitação recíproca, onde haja o respeito, a compreensão, e, não meramente aprender conteúdos acadêmicos. No entanto, não basta simplesmente ensinar, por exemplo, o que é democracia, senão viver democraticamente na diversidade e no respeito às diferenças de cada um. Ou como enfatiza, 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.

Somos todos capazes de aprender e estamos aprendendo o tempo todo alguma coisa na relação com o outro, desde que assim o desejemos (FREIRE, 1997). Portanto, para Freire (1997) faz-se necessária a aceitação do outro como legítimo outro, primando pela sabedoria de convivência, que lida com os erros como oportunidades de mudanças e atribui valores às ações, através de uma postura reflexiva no ambiente em que se está inserido. Enfim, um espaço reflexivo que permita ao sujeito se perguntar “como estou fazendo, como estou lidando com isso”, tomando-se a si mesmo como referência.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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>. 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.

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, A.M.P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: Longhini, M. D. (org)O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011.cap.18, p.253-266.Disponível em:<http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/165087/mod_resource/content/1/Carvalho%20%282011%29%20Ensino%20e%20aprendizagem%20de%20ci%C3%AAncias.pdf>. Acesso em: 15 agosto 2018.

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.

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.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GRACIANO, M.; MAGRO, C. Introdução. In: MATURANA, H. *Antologia da realidade*. Belo Horizonte: UFMG, 1997. p. 17-30.

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.

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.

MATURANA, H. *Biology of Cognition. Biological Computer Laboratory Research Report BCL 9.0*. Urbana: University of Illinois, 1970. Disponível em: <http://www.enogaia.com/M70-80BoC.html>. Acesso em 11 out. 2018.

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

_____. *Da biologia à psicologia*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

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

_____. *El sentido de lo humano*. Chile: Editorial Universitária, 1992.

_____. *Ontologia da realidade*. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

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

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, 2010, p. 30-60.

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.

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.

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

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

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.

UNESCO, Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos

Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000055.pdf>

Acesso em: 25 de out 2018.

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.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO – ETAPA V



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 é 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 sistema 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 correta 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 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%

ANEXOS



Figura 1 Aluno realizando os cruzamentos hipotéticos durante a quarta etapa da SD.

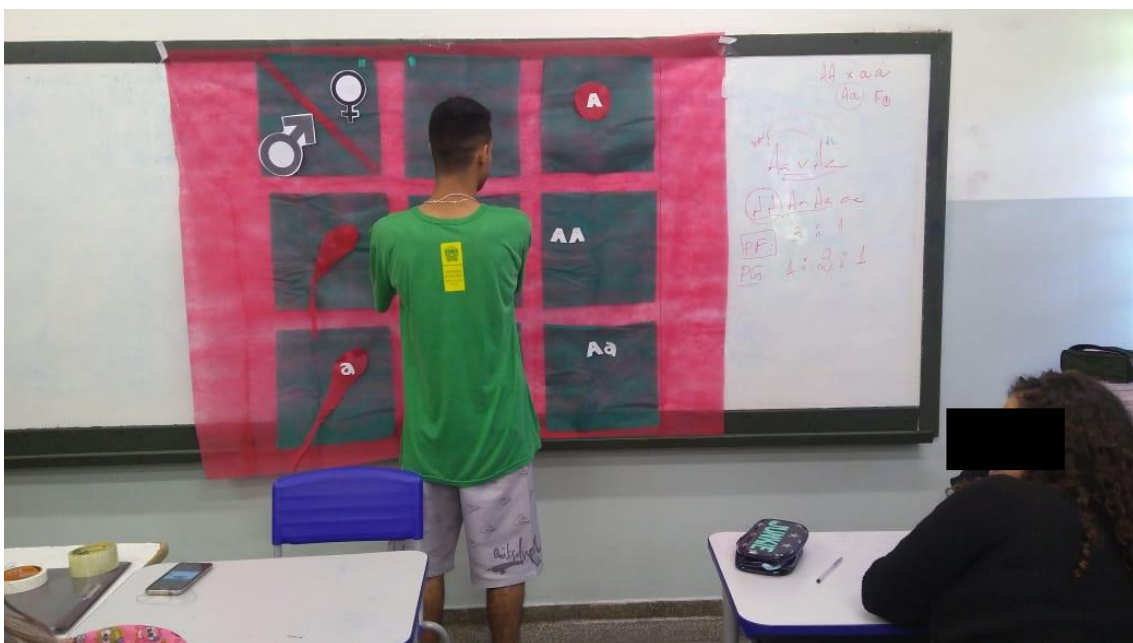


Figura 2 Aluno realizando os cruzamentos hipotéticos durante a quarta etapa da SD.



Figura 3 Aluno realizando os cruzamentos hipotéticos durante a quarta etapa da SD.