

A Educação do Campo e o ensino de genética: uma possibilidade didática investigativa

 Kássia Paula Oliveira da Silva¹,  Lenicy Lucas de Miranda Cerqueira²,  Luciana Melhorança Moreira³,

¹ Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso - SEDUC. Avenida Sergipe, 1120-S, Alphaville. Lucas do Rio Verde - MT. Brasil. ² Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. ³ Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

Autor para correspondência/Author for correspondence: silvapaula.kso@gmail.com

RESUMO. Pesquisas relacionadas ao projeto genoma, clonagem e organismos geneticamente modificados estão presentes dentro e fora da escola. Tais assuntos merecem destaque no ensino de genética em função das dificuldades apresentadas pelos estudantes, devido ao elevado grau de abstração, a inviabilidade de atividades práticas em decorrência do planejamento e infraestrutura necessária para o seu desenvolvimento. Compreendendo os desafios enfrentados por professores para a elaboração de estratégias didáticas que garantam a aprendizagem da genética, de forma contextualizada, objetivo do trabalho descrito foi de elaborar e desenvolver estratégias didáticas que possibilitem a apresentação dos conteúdos de genética de forma contextualizada. Desenvolveu-se uma Sequência Didática Investigativa (SEI), em que foram abordados os conteúdos da Biologia Molecular aplicada à Genética para responder à questão: “Como aproximar os conceitos de Genética com o contexto dos estudantes inseridos na Educação do Campo?”. É uma pesquisa qualitativa de caráter participante, desenvolvida com estudantes da Educação do Campo, do 3º ano do Ensino Médio em Colniza/MT. Observou-se que as estudantes compreenderam definições como: DNA, RNA, Cromossomos, Gene, Genoma, assim como perceberam a seleção gênica no melhoramento de espécies e identificaram-na como prática recorrente no campo.

Palavras-chave: ensino de biologia, prática pedagógica, sequência didática.

Rural Education and the teaching of genetics: an investigative didactic possibility

ABSTRACT. Research related to the genome project, cloning and genetically modified organisms are present inside and outside the school. Such subjects deserve attention in the teaching of genetics due to the difficulties presented by the students, regarding the learning of genetics in this subject, due to the high degree of abstraction, the impossibility of practical activities due to the planning and infrastructure necessary for its development. Understanding the challenges faced by teachers for the development of teaching strategies that ensure the learning of genetics, in a contextualized way, this work is developed. The objective of the described work was to elaborate and develop didactic strategies that allow the presentation of genetic contents in a contextualized way. An Investigative Didactic Sequence (SEI) was developed, in which the contents of Molecular Biology applied to Genetics were addressed in order to answer the question: “How to approach the concepts of Genetics to the context of students inserted in Rural Education?”. It is a qualitative research of a participative nature, developed with students from the Education of the country, from the 3rd year of high school in Colniza/MT. It was observed that the students understood definitions such as: DNA, RNA, Chromosomes, Gene, Genome, as well as the perception of gene selection in the improvement of species and identified it as a recurrent practice in the area.

Keywords: biology teaching, pedagogical practice, didactic sequence.

Educación Rural y enseñanza de la genética: una posibilidad didáctica de investigación

RESUMEN. Las investigaciones relacionadas con el proyecto del genoma, la clonación y los organismos genéticamente modificados están presentes dentro y fuera de la escuela. Dichos temas merecen atención en la enseñanza de la genética debido a las dificultades que presentan los estudiantes, en cuanto al aprendizaje de la genética en esta disciplina, debido al alto grado de abstracción, la imposibilidad de realizar actividades prácticas debido a la planificación e infraestructura necesaria para su desarrollo. Entendiendo los desafíos que enfrentan los docentes para el desarrollo de estrategias de enseñanza que aseguren el aprendizaje de la genética, de manera contextualizada, se desarrolla este trabajo. El objetivo del trabajo descrito fue elaborar y desarrollar estrategias didácticas que permitan la presentación de contenidos genéticos de forma contextualizada. Se desarrolló una Secuencia Didáctica Investigativa (SEI), en la que se abordaron los contenidos de Biología Molecular aplicada a la Genética para dar respuesta a la pregunta: “¿Cómo acercar los conceptos de Genética al contexto de los estudiantes insertados en la Educación Rural?”. Se trata de una investigación cualitativa con carácter participativo, desarrollada con estudiantes de la Educación del País, del 3er año de Bachillerato en Colniza/MT. Se observó que los estudiantes entendieron definiciones como: ADN, ARN, Cromosomas, Gen, Genoma, así como la selección de genes percibidos en el mejoramiento de especies y la identificaron como una práctica recurrente en el campo.

Palabras clave: enseñanza de la biología, práctica pedagógica, secuencia didáctica.

Introdução

Uma das áreas básicas das Ciências Biológicas é a Genética, portanto, para assimilar diversos princípios relacionados a outros ramos da Biologia, é fundamental compreendê-la. Sendo uma ciência aplicada e em constante evolução, se apresenta, principalmente, por meio de novas pesquisas como o projeto genoma, a clonagem e os organismos geneticamente modificados.

Informações sobre estes avanços tecnológicos e científicos são, frequentemente, veiculados nas mídias, no entanto, esta apresenta certa dificuldade sobre a forma correta de abordar e explicitar tais conteúdos aos telespectadores. Sendo assim, é imprescindível que tais assuntos sejam abordados, no espaço escolar, na educação formal, como também que os professores de ciências e biologia da educação básica estejam apercebidos e atualizados em relação a estes avanços e os apresentem aos estudantes.

Em função da relevância desta temática, se desenvolveu a pesquisa intitulada: “O ensino de genética no contexto da Educação do Campo: uma sequência de ensino por investigação” (SEI), que tem como objetivo central elaborar estratégias didáticas, recursos para auxiliar na aprendizagem de estudantes do

Ensino Médio sobre os conteúdos de Genética, buscando responder a seguinte questão: como aproximar os conceitos de Genética com o contexto de estudantes inseridos na Educação do Campo?

Nesta busca por metodologias e estratégias didáticas, a aplicação de uma (SEI), em uma abordagem contextualizada, entre os conceitos e as percepções das práticas e vivências dos participantes, pode colaborar para formação de conceitos, de argumentos, de pensamento crítico e reflexivo, colocando em prática o exercício da observação, da investigação e da valorização da realidade (Scarpa & Campos, 2018).

A escola em que foi desenvolvida a pesquisa está inserida no campo, espaço em que uma parcela significativa dos pais/responsáveis dos estudantes possui lavouras de cultivo, incluindo de café, em suas propriedades, ou trabalham na colheita desses cultivos. A escola recebe estudantes da área rural do município de Colniza, que em 2018 foi considerada “A Capital do Café” do estado de Mato Grosso. As técnicas de seleção genética aplicadas ao rebanho, à suinocultura, as práticas de enxertia, seleção de rosas, seleção de grãos e a apropriação da biotecnologia encontram-se presentes no cotidiano dos estudantes.

Tais evidências demonstram que a seleção genética é praticada na realidade desses estudantes, sendo assim, vislumbram-se possibilidades de aproximação dos conceitos científicos na área de genética a esta realidade.

É certo de que há milênios a humanidade vem realizando experiências como hibridismo e seleção natural para obter variedades mais adaptadas ao cultivo e de melhor qualidade nutricional ou estética de plantas, animais e até micro-organismos (Branco, 2004). Diante do exposto, como não abordar e esclarecer tais conceitos à população do campo, um dos espaços de efetivação desses avanços tecnológicos?

Há muito tempo, a população rural vem sendo negligenciada, explorada e estigmatizada, porém, é destes sujeitos de direitos em seus lugares de pertença que este projeto é constituído. A educação do campo se apresenta na perspectiva de uma ideologia contra hegemônica, que se encontra em um espaço de conflitos com o sistema econômico, político e educacional propostos. Discutir a educação do campo é questionar sobre a manutenção dos modelos econômicos e educacionais vigentes.

A presente pesquisa foi desenvolvida com a turma do 3º ano regular do Ensino Médio da Escola Estadual Pedro Borges –

Polo – Sede em Colniza/MT, Br 174, Km 29, Projeto de Assentamento Scol Sul.

Os objetivos específicos do trabalho consistiram em analisar ações didático-pedagógicas eficientes para contribuir na construção do processo de ensino e aprendizagem; responder de forma conjunta e investigativa aos questionamentos levantados; desenvolver autoria e clareza, pelos estudantes, na exposição de suas ideias e na elaboração de textos e respostas; perceber como a temática apresentada se torna relevante mediante o contexto Educação no Campo; perceber e reconhecer as dimensões e os saberes do campo; investigar as práticas de manejo de espécies vegetais e animais presentes na realidade dos estudantes e socializar os conhecimentos construídos para a comunidade escolar.

Abordagem investigativa e os documentos que normatizam a educação

A compreensão sobre a abordagem investigativa no ensino de ciências vem sofrendo alterações ao longo das décadas, uma vez que esta foi inserida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que sobre o tema diz:

... o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a

investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (PCN, 1998, p. 62).

Em substituição aos PCN's, em 14 de dezembro de 2018 foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo este um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todo estudante deve desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (Mato Grosso, 2018, p. 7).

Seguindo as ideias expostas na apresentação do processo investigativo, a BNCC (Mato Grosso, 2018) afirma que o ensino de Ciências da Natureza deve ocorrer por meio da promoção de situações investigativas, em sala de aula, em que sejam abordadas quatro modalidades de ação: definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação; e intervenção.

Diante do exposto, para assegurar a aprendizagem, se deve considerar a composição curricular, pois a aprendizagem só se materializa quando

adequada às proposições da realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos estudantes.

Logo, a proposta curricular necessita estar adequada às diferentes modalidades de ensino (Educação Especial, Educação de Jovens e Adultos, Educação do Campo, Educação Escolar Indígena, Educação Escolar Quilombola, Educação a Distância), atentando às orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais (Mato Grosso, 2018, p. 18).

As temáticas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, propostas pela BNCC (Mato Grosso, 2018) para a etapa do Ensino Médio, são “Matéria e Energia”, “Vida”, “Terra e Cosmo”.

Em Mato Grosso, em 2018, a Secretaria de Educação oficializou as Diretrizes Curriculares Educacionais (DRC). Para a área de Ciências da Natureza orienta que:

Na etapa do Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza integra os conhecimentos da Química, Física e Biologia, se fazendo presentes nas mais diversas situações do nosso cotidiano, como parte fundamental na observação dos fenômenos naturais e no desenvolvimento de tecnologias para os diversos setores da sociedade (indústria, medicina, transporte, agropecuária, entre outros) (Mato Grosso, 2018, p. 10).

Dados sobre a situação da Educação no Campo

Para compreender a origem da Educação do Campo, é essencial evidenciar que esta nasceu das demandas dos movimentos camponeses na construção de uma política educacional para os assentamentos de Reforma Agrária. Dessa demanda também nasceu o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA) e a Coordenação Geral de Educação do Campo, organizações distintas, porém complementares.

A Educação na Reforma Agrária se refere às políticas educacionais voltadas para o desenvolvimento dos assentamentos rurais. Nesse sentido, é parte da Educação do Campo, compreendida como um processo em construção que contempla, em sua lógica, a política que pensa a educação como parte essencial para o desenvolvimento do campo (Molina, 2006).

Estes movimentos lutam para atender esta população nas questões educacionais, quanto na garantia de acesso, de permanência e de qualidade deste direito. Outras iniciativas populares de organização da educação para o campo são as Escolas Famílias Agrícolas (EFAs), as Casas Familiares Rurais (CFRs) e os

Centros Familiares de Formação por Alternância (CEFAs).

Nessa perspectiva, construir a escola no campo significa estudar para viver no campo. Sendo assim, a escola precisa ser um lugar no qual as crianças e os jovens tenham orgulho de sua origem e destino. Nesse espaço de compartilhamento e construção de saberes, os indivíduos não podem sentir vergonha de ser da roça (Caldart, 2011).

Para Porto (2016) há uma distinção entre dois modelos de campo, o campo dos movimentos sociais e o campo do agronegócio. O campo dos movimentos sociais não é o campo do agronegócio, mas o campo do camponês, em que se estabelecem as relações sociais que geram vida, cultura, arte, religiosidade e mística.

Como define Arroyo (2011), para os movimentos sociais, a população do campo, é representado pelos/as:

Populações do campo: são os agricultores familiares, os extrativistas, os pescadores artesanais, os ribeirinhos, os assentados e acampados da reforma agrária, os trabalhadores assalariados rurais, os quilombolas, os caiçaras, os povos da floresta, os caboclos e outros que produzam suas condições materiais de existência a partir do trabalho no meio rural (Arroyo, 2011, p. 27).

Quanto à escolarização desta população, a PNAD mostrou que os analfabetos perfazem um total de 13,2

milhões de pessoas com 15 anos ou mais, e dos 8,5% de analfabetos do país, 20,8% se encontram em áreas rurais (IBGE, 2011).

Em 2011, a taxa de analfabetismo de adultos, nas zonas rurais, perfazia um percentual de 21,2%. Nos últimos anos, essa conjuntura pouco se alterou. Esses estudos evidenciam que o campo necessita de maior atenção para se efetivar o direito à educação e é, pois, nesse sentido, que se esperava do PNE, como política de Estado, uma maior prioridade no estabelecimento de metas e de ações para o campo (Santos, 2018).

Destaca-se também a diminuição do número de escolas, e a acentuada queda de matrículas no campo foi alvo de regulação, por parte do Governo Federal, resultando na criação da Lei nº 12.960/2014 que trata do fechamento dessas escolas. Esta lei acrescenta ao art. 28 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (lei que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional) este parágrafo único:

O fechamento de escolas do campo, indígenas e quilombolas será precedido de manifestação do órgão normativo do respectivo sistema de ensino, que considerará a justificativa apresentada pela Secretaria de Educação, a análise do diagnóstico do impacto da ação e a manifestação da comunidade escolar. (Incluído pela Lei nº 12.960, de 2014) (Lei n. 9.394, 1996).

Cabe considerar que a redução de matrículas tem sido ocasionada em decorrência de diversos fatores, a exemplo das mudanças do perfil demográfico brasileiro – redução das taxas de natalidade, nupcialidade e mortalidade (IBGE, 2011).

Elenca-se que o oposto do fechamento das escolas está a ausência de Escola do Campo e de política educacional específica, pois se percebe, historicamente, nesse contexto, o fluxo migratório campo-campo, cidade-campo e campo-cidade, sendo muitas vezes caracterizado pela falta de estrutura, e na grande maioria das vezes, este movimento ocorreu por falta de uma escola no campo e, fundamentalmente, por uma política educacional específica de educação voltada para a sua realidade (Mato Grosso, 2010).

Efetivação da Educação do Campo e as diversidades educacionais

A partir da Constituição de 1988 (Constituição do Brasil, 1988), a educação passa a ser um direito social garantido na forma da Lei, no mesmo patamar de equivalência de outros direitos, como: saúde, alimentação, trabalho e lazer. Outra novidade, a partir da Constituição de 1988, é de que a educação passa a ser um dever do Estado e da família, quer dizer, não são mais as empresas e os grandes

proprietários de terras os responsáveis pela educação, e sim o Estado e as famílias.

Todas essas conquistas devem ser comemoradas, porém em termos gerais, pois a temática desta pesquisa, isto é, a educação rural (Educação do Campo) não sendo citada em qualquer momento, não foi representada, o que demonstra mais uma vez que a educação do campo é algo esquecido ou relegado para segundo plano pelos legisladores (Porto, 2016).

Na LDBEN (Lei de Diretrizes e Base da Educação) de 1996 (Lei n 9.394, 1996), a educação foi organizada em modalidades, incluindo a diversidade no contexto da Educação Básica. Diante disso, a Educação Rural seguindo as reivindicações dos movimentos sociais passa a ser chamada Educação do Campo.

Essa mudança de nomenclatura e, principalmente, de princípios orientadores, se configuraram após o I Encontro Nacional de Educadoras e Educadores da Reforma Agrária - I ENERA de 1998, em que os Movimentos Sociais do Campo defenderam uma educação própria para o campo (Brasília, 2006).

No estado de Mato Grosso, a Educação do Campo como política pública, passa a ser debatida, a partir de 2003, com a aprovação do Conselho Estadual de Educação - CEE do parecer nº 202-B/2003 CEB/CEE/MT.

É nestes termos que a educação rural se coloca: uma escola que promova uma postura crítica, comprometida com o homem e com a sociedade tal qual ela se apresenta, dividida em classes com conflitos e contradições. Uma escola que se preocupe desde cedo com o papel que estes alunos/trabalhadores terão no futuro do país. E, mais do que isso, que lhes permita, finalmente, construir esse futuro (Mato Grosso, 2002, p. 180).

Este parecer reconhece o Mato Grosso como um estado eminentemente agrário, essencialmente agrícola, principalmente, a partir de 1960-1970, quando muitos assentamentos agrários se efetivaram através de cooperativas e empresas.

Portanto, existem dentro do estado duas realidades concomitantes campo/cidade. Como parte constituinte deste processo de colonização, existem as comunidades tradicionais, posseiros e pequenos agricultores (PEE-MT, 2006-2016).

O Plano Estadual de Educação de Mato Grosso (2006-2016) prevê a Educação do Campo como Política Pública, que respeita todas as formas de vida e espaços existentes no campo, tendo como princípio: “respeitar todas as formas e modalidades de educação que se orientem pela existência do campo como um espaço de vida e de relações vividas, e ao mesmo tempo produto e produtor de cultura” (Mato Grosso, 2006, p. 70).

Algumas das diretrizes do PEE-MT (2006-2016, p. 72) apontam para a relevância de abordagens contextualizadas no espaço escolar, possibilitando neste espaço a construção dos conhecimentos da agricultura, produção econômica e as relações de trabalho e da vida, a fim de melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem no e do campo. Partindo de uma proposta em que o conhecimento brota da terra e da sua realidade, porém sem esquecer o científico. Como dizia Freire (1987): “... onde se ensina aprendendo e se aprende ensinando ...” (p. 41).

Como fruto de diálogos entre os educadores e os movimentos sociais populares em 2012, a SEDUC-MT apresentou as Orientações Curriculares voltadas às diversidades educacionais, que objetiva construir um currículo que considere, em suas práticas pedagógicas, a abordagem contextualizada, que articule e interaja com a realidade dos povos do campo, suas lutas, suas experiências, seus saberes, suas organizações, sem esquecer o compromisso com o ensino e a aprendizagem, com respeito e valorização dos conhecimentos dos povos (Mato Grosso, 2010, p. 27).

Como efetivação da construção do currículo das escolas do campo, considerando ampla diversidade cultural e natural presente no estado de Mato Grosso,

a Superintendência de Políticas de Diversidades Educacionais (SUDE), através da Coordenadoria de Educação do Campo e Quilombola (COCQ) incluiu a Parte Diversificada no currículo das Escolas do Campo, a partir de 2020.

A inserção do componente curricular Ciências e Saberes do Campo em nosso sistema educacional, foi realizada dentro das 800 horas obrigatórias. O objetivo é buscar a ampliação da jornada gradativamente especialmente para o Ensino Médio, considerando para tanto a realidade de cada unidade escolar. Se alia também na perspectiva de ampliação de carga horária, de acordo com as orientações do Ministério da Educação para o Novo Ensino Médio, e que essa secretaria precisará se adequar até o ano de 2022. (Diretrizes Pedagógicas – Parte Diversificada do Currículo das Escolas do Campo. Mato Grosso, 2020, p. 5).

Quanto à estruturação deste componente curricular, esse documento traz:

... uma nova matriz curricular para as escolas do campo, onde o diferencial está contido na Parte Diversificada. Contemplamos as Práticas e os Saberes do Campo, práticas alicerçadas no sentido de um trabalho com a área da Agroecologia, como um eixo, e este venha articular com as demais áreas, Agricultura Familiar e Economia Solidária ... (Mato Grosso, 2020a).

O Ensino de Ciências na Educação do Campo

A temática desenvolvida neste estudo está ligada ao ensino de biologia, de forma mais específica, com a formação de conceitos na área da genética, logo, compreender cientificamente a transgenia, seleção genética, e o melhoramento de espécie, implica em ter se apropriado de conceitos como DNA, RNA, gene e cromossomo.

Porém, ao se investigar como vem sendo retratado o ensino de genética na Educação do Campo, referente às produções acadêmicas e publicações nesta perspectiva, Souza (2008) aponta que ao analisar teses e dissertações em Programas de Pós-Graduação no Brasil defendidas entre 1987 e 2007 evidenciou um número expressivo de publicações em Educação do Campo, mas não houve trabalhos voltados para o Ensino de Ciências.

Para realização do estado da arte, descrito neste estudo, uma das buscas foi realizada no *Google Acadêmico* com o descritor: “Ensino de genética”, utilizando três filtros específicos para o período. O primeiro filtro “a qualquer momento”, o segundo filtro foi marcado o período de “2000 – 2010” e no terceiro filtro “2011 – 2020”.

As publicações disponibilizadas no filtro “a qualquer momento” (sem data de início e ano final de 2020), somam 1960 publicações; no período de 2000 a 2010

identificamos 286 trabalhos e nos anos de 2011 a 2020 localizamos 1650 publicações registradas no *Google Acadêmico*.

Observamos então que deste total, 84% dos trabalhos compartilhados nesta plataforma ocorreram entre os anos de 2011 e 2020, podendo destacar que houve um aumento significativo nas publicações relacionadas ao ensino de genética na última década. Fato que pode ser atribuído à expansão e à ampliação da oferta de Mestrado Profissional em Educação no Brasil.

Ao realizar outra busca no *Google Acadêmico* utilizando os descritores: “EDUCAÇÃO DO CAMPO” E O “ENSINO DE GENÉTICA”, filtro a qualquer momento, foram identificadas 42 publicações acadêmicas e foram listados 2 trabalhos, pois estes corresponderam ao perfil da pesquisa quanto a identificar produções acadêmicas, que abordem o ensino de Genética na Educação do Campo. Os trabalhos identificados estão intitulados como: I- “Visita técnica a uma fazenda de melhoramento genético bovino como fator motivador de aprendizagem de genética para alunos do ensino médio da zona rural” proposta didática para estudantes do ensino médio da zona rural; II- “Jogos didáticos e os processos de ensino-aprendizagem no ensino médio do Colégio Estadual Vale da Esperança e

Extensão” os sujeitos do estudo foram 22 estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Vale da Esperança e Extensão, escola que atende quatro assentamentos e está localizada a 75 km do município de Formosa Goiás.

O ensino de genética

Compreender genética é fundamental para explicar diversos preceitos relacionados aos outros ramos da biologia. Essa foi constituída como Ciência no século XIX, sendo uma das áreas básicas das Ciências Biológicas.

Pode-se tomar como marco histórico o ano de 1865, para os estudos da genética, quando Mendel realizou diversos cruzamentos com ervilhas, mostrando que características genéticas são transmitidas de geração em geração.

Autores como Amabis e Martho (2015) retratam que as primeiras ideias sobre a hereditariedade surgiram no senso comum, decorrente de observações de que os filhos se assemelhavam aos pais, surgindo então a ideia de selecionar em plantas e animais, características de interesse pela escolha dos reprodutores que as apresentavam.

Quanto a tais práticas de domesticação, Branco (2004) ressalta que há milênios a humanidade realiza experiências de seleção, de hibridismo, e

outras maneiras de obter variedades mais adaptadas ao cultivo e de melhor qualidade nutricional ou estética de plantas, animais e até micro-organismos.

Para que se compreendam tais percursos, é fundamental entender que os processos de ensino e aprendizagem vão além dos conteúdos, e nesse processo o professor deverá construir junto com os estudantes um conhecimento que corrobore para entender melhor o mundo que o cerca, dê subsídios para refletir e resolver problemas, como também a utilização da produção científica, mesmo que esse aluno não venha a ser efetivamente um cientista (Souza & Farias, 2011).

Desenvolvimento (Metodologia, Discussão e Análises) Área de estudo

A pesquisa que originou este artigo fora desenvolvida em um dos 12 polos denominado “Sede”, da Escola Estadual Pedro Borges – Educação do Campo, localizada na Linha 20, BR-174, Km 29, Projeto de Assentamento Scol Sul em Colniza/MT com 9 nove estudantes do 3º Ano do Ensino Médio Regular.

A turma possuía 17 estudantes matriculados, o convite fora enviado a todos e todas pelo *WhatsApp*, 14 estudantes aceitaram participar da pesquisa, destes 9 possuíam internet em sua residência e 5 não possuíam, estes

tinham que se deslocar para o pasto ou à casa/sítio do vizinho, para o mercadinho mais próximo, dentre outras alternativas, para terem acesso à internet, e não concluíram a pesquisa. Vale ressaltar que estes quando perguntados sobre a qualidade do sinal de internet 77,8% classificaram o sinal como “bom, mas não é rápido”; para 11,1%” muito bom e rápido e para 11,1% é muito lento. Todas acessam a internet pelo telefone móvel celular e nenhuma possui computador.

A EE Pedro Borges, além dos 12 polos, possui mais quatro salas dispersas na área rural do município e atende a 921 estudantes nesta modalidade de ensino, conta com um quadro de aproximadamente 80 funcionários, destes 61 são professores, com 41 salas e 47 turmas, algumas destas são multisseriadas (PPP, 2019).

Participaram da pesquisa nove estudantes matriculadas no Ensino Médio Regular, com idade entre 17 e 20 anos, e entre as atividades desenvolvidas; diariamente, por elas estão estudar, trabalhar no campo e ajudar nas tarefas domésticas. Duas estudantes trabalham com carteira assinada.

Metodologia

Ressalta-se que a presente pesquisa foi desenvolvida de forma remota, com atividades assíncronas, em decorrência da

pandemia do Coronavírus (SARS-Cov2) que suspendeu as aulas presenciais e influenciou não somente no número de participantes, como também nas estratégias didáticas utilizadas.

Utilizou-se da ferramenta virtual disponibilizada pelo Google, o Google Sala de Aula, onde as atividades foram postadas, porém o atendimento mais efetivo ocorreu por meio do *WhatsApp*, utilizado como ferramenta de comunicação e de interação, estabelecendo o *feedback* e viabilizando o desenvolvimento da pesquisa.

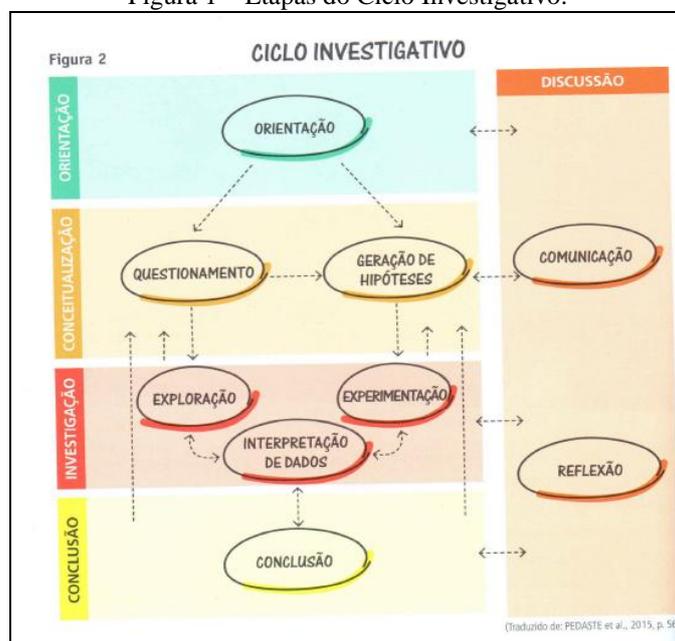
Para o desenvolvimento desta pesquisa, se estruturou uma Sequência Didática Investigativa, segundo Zabala (1998):

... as sequências didáticas são 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 ... (p. 18).

Conforme apresentam Scarpa e Campos (2018), uma das possibilidades para a aplicação de uma (SEI), em sala de aula, é por meio do “Ciclo Investigativo”, em que as fases de uma investigação são identificadas e conectadas com o propósito de auxiliar o professor no planejamento e aplicação de atividades ou Sequências Didáticas Investigativas (SDI). Apresenta-

se abaixo a representação do Ciclo Investigativo).
Investigativo (Figura 1 - Etapas do Ciclo

Figura 1 – Etapas do Ciclo Investigativo.



Fonte: Adaptado de Pedaste et al. (2015, p. 56).

Outra característica pujante desta pesquisa é a efetivação de uma prática pedagógica (Franco, 2012) disposta no planejamento e na execução do Ciclo Investigativo na Sequência Didática. Esta prática é apresentada no Produto Educacional (intitulado: “Genética: O Ensino por Investigação para Professores”

(disponível na página do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso) com possibilidades e recursos didáticos.

Esta prática foi desenvolvida elaborando o “Cronograma da Sequência Didática” apresentado abaixo.

Tabela 1– Descrição das atividades do Ciclo Investigativo na aplicação da Sequência Didática.

Etapa	Tema	Recurso	Atividades	Conteúdo abordado
1º	“Genética, o quanto conheço?”	Google Forms e YouTube	Questionário (Instrumento Avaliativo Inicial) Ouvir a música “Genetics” (Meghan Trainor) Pergunta: “Ouvindo a música o que você entendeu?”	Hereditariedade;
2º	“Introdução à Genética”	Vídeo Explicativo; Modelo Didático	Exercícios; Desenhar a	Ácidos Nucleicos; Bases Nitrogenadas; Gene;

		(Molécula do DNA)	molécula de DNA e RNA.	Cromossomos;
3º	“A Genética nos Tempos” Parte I	Aplicativos: Anchor (Para gravação e edição do Podcast)	Ouvir Podcast	Uma abordagem histórica de algumas descobertas científicas relacionadas a Genética;
4º	“A Genética nos Tempos” Parte II	Aplicativo: “Segundo Mendel”	Exercícios propostos pelo livro didático; Atividade para ser realizada em duplas.	Cruzamentos; Codominância; Probabilidade; Genes alelos em Homozigose e Heterozigose.
5º	“Vamos investigar?”	Vídeo; Reportagens do site da EMBRAPA: “Pesquisa desenvolve primeiros cafés híbridos para Amazônia.” “Transgênicos”	Perguntas Investigativas, identificá-las no decorrer do vídeo. Sendo: O café clonal é uma espécie transgênica? Você já domesticou uma espécie vegetal? Qual o símbolo que identifica um alimento como transgênico? Sobre as técnicas de manipulação do DNA. Seria possível isolar, multiplicar e transferir o DNA de um indivíduo para o outro mesmo entre espécies diferentes? Explique.	Domesticação de espécies vegetais; Técnicas de manipulação de espécies vegetais; Definição de Organismos Geneticamente Transgênicos; Revolução Verde;
6º	“A Resposta”.	Playlist no YouTube no canal da Professora com diversos vídeos sobre a temática desenvolvida; Recomendamos: Domesticação dos animais e plantas / Nerdologia Ensina 10. Atividade em dupla.	Confrontar as hipóteses levantadas no Instrumento Avaliativo Inicial. Questionário Final (Instrumento Avaliativo)	Hereditariedade; Conceitos de Gene; Transgenia; Cromossomos; Bases Nitrogenadas; DNA e RNA;
			Avaliação da Sequência Didática; Elaboração de um texto discursivo;	

Fonte: elaborada pelas autoras.

Sendo assim, este estudo adotou a abordagem qualitativa, do tipo pesquisa participante. Diversos recursos didáticos foram utilizados para desenvolvimento

desta prática pedagógica como: modelos didáticos, vídeos, *podcast*, aplicativos, jogos, pesquisa e interações que foram permeadas por temas sociocientíficos como domesticação de espécies vegetais, transgênicos e café clonal.

A (SEI) foi desenvolvida em um período de aproximadamente três meses, tendo sido de acompanhamento intenso, para a realização das atividades planejadas. Cada etapa era concluída em aproximadamente 15 dias. Os roteiros dos vídeos estavam praticamente prontos, porém durante o desenvolvimento, ao se perceber a necessidade de adequações, essas eram realizadas antes das gravações, que eram feitas em casa pelo celular e editada por aplicativos no celular.

As temáticas abordadas no desenvolvimento da Sequência Didática como conteúdos programáticos foram:

- A manipulação dos Genes;
- Melhoramento Genético;
- Engenharia Genética;
- Clonagem do DNA;
- Bases nitrogenadas;
- Ácidos Nucleicos;
- Estrutura molecular do DNA e RNA;
- Domesticação de espécies vegetais;
- Transgênicos.

Os conteúdos abordados buscam atender a proposta apresentada na Base Nacional Comum Curricular BNCC (Mato

Grosso, 2018) quanto à área das Ciências da Natureza, contemplando as Competências específicas 2 e 3 e os seguintes códigos de habilidades: EM13CNT201, EM13CNT205, EM13CNT304.

A proposta do Ciclo Investigativo orientou todo o desenvolvimento da Sequência Didática. O ciclo investigativo é dinâmico, assim não há uma ordem cronológica possibilitando o “ir e vir” por suas fases (Castellar, 2016).

Para coleta de dados realizou a aplicação de dois instrumentos avaliativos (estes serão apresentados como material complementar). O Instrumento Avaliativo Inicial possuía 19 questões fechadas distribuídas em 7 blocos, eles investigavam: I- O acesso à internet, como classificavam o sinal e onde acessavam; II- Conhecimentos sobre Genética (2 questões fechada e 1 aberta); III- Uso da Biotecnologia e da Engenharia Genética: 8 perguntas fechadas sobre definição e identificação das principais culturas de transgênicos, aplicação da genética no campo da Ciência, quais são os símbolos nas embalagens e significados e saber onde ouviram falar desses termos (TV, rádio, escola, internet); IV-Perguntas sobre como classificariam os alimentos que são produzidos à partir da biotecnologia: perigosos, seguros, bom, ruim, saudáveis,

...); V-Produção do Café Clonal: identifica a relação das participantes no plantio, colheita, manutenção e venda deste cultivar, assim como as relações familiares e aproximação do conteúdos com à prática (dar significado aos conceitos de genética atrelando-os à vivência); VI- Avaliação da Sequência: marcar uma alternativa que demonstrasse as expectativas com a SEI (efeitos positivos, negativos); VII- A pergunta problema da SEI, respondida de forma discursiva.

Já o Instrumento Avaliativo Final apresentava a mesma temática e objetivo, porém as questões foram dispostas de forma diferente. Foram 6 perguntas discursivas em que buscou-se identificar a apropriação, aplicação dos conceitos e contextualização dos conteúdos abordados pelas estudantes, na questão 9 eles deveriam discorrer sobre os conceitos aprendidos e as conclusões da pergunta problema.

Discussão

Algumas questões dos instrumentos avaliativos serão apresentadas para discussão.

Os resultados do Instrumento Avaliativo Inicial (Disponível no Produto Educacional) apresentam o levantamento das concepções prévias das estudantes, demonstrando dificuldades na definição de

termos como: DNA, RNA, Gene, Cromossomo e Genoma, contrastando com os dados do Instrumento Avaliativo Final. Na questão elaborada, no Instrumento Avaliativo Inicial, as participantes deveriam marcar uma alternativa para cada termo: DNA, Cromossomo, RNA, Genoma e Gene.

Nota-se, no instrumento avaliativo inicial, que as respostas variaram entre as alternativas, demonstrando uma possível confusão quanto à definição dos conceitos de DNA, RNA, Gene e Cromossomo. Os percentuais de alternativas erradas representam 66,6% em cada um dos termos, porém se observa que, em cada um dos termos, 33,3% que representam três participantes acertaram as definições dos termos propostos. É válido ressaltar que as mesmas alunas que acertaram a definição de DNA, acertaram RNA e Cromossomo. Apenas uma participante acertou a definição de Genoma.

Conceitos básicos de Genética foram retomados com as participantes na etapa intitulada “Introdução à Genética e Conceitos Básicos”, em que se elaborou um vídeo e havia sido construído um modelo didático da molécula de DNA.

Na tabela 2 abaixo são apresentadas respostas discursivas das estudantes, no instrumento avaliativo final, quanto à importância do DNA.

Tabela 2 – Respostas das estudantes quanto à importância do DNA - Instrumento Avaliativo Final.

Participantes	Resposta
P1	“O DNA é constituído por duas fitas complementares que forma uma espécie de dupla hélice que está enrolado novelado no interior das células. Desde então é um tipo de exame também usado para identificar algum tipo de parentesco, por exemplo: quem é o pai da criança.”
P2	“O DNA e uma molécula extremamente importante pra os seres vivos são funções do DNA armazenar e transmitir as informações genética funcionar como molde para a síntese da molécula de RNA.”
P3	“É um ácido nucleicos relacionado com o armazenamento e transmissão das informações genéticas.”
P4	“É importante por ser considerado o portador da mensagem genética de um ser vivo que são únicas em cada indivíduo.”
P5	“O DNA é importante pq armazena nossas informações genéticas.”
P6	“É importante pois é as moléculas contém as instruções genéticas q coordenam o desenvolvimento dos seres vivos e o nosso desenvolvimento.”
P7	“O DNA é o responsável por armazenar e transmitir as informações genéticas, por esse motivo é importante para os seres vivos.”
P8	“Armazenar e transmitir as informações genéticas funcionar como molde para a síntese da molécula de RNA.”
P9	“Descobrir seu parentesco.”

Fonte: elaborada pelas autoras.

As estudantes utilizaram alguns termos científicos como fitas complementares, dupla hélice, molécula, informações genéticas ao elaborarem suas respostas e até mesmo citaram o DNA como exame para teste de paternidade, uma possibilidade de descobrir seu parentesco. Observe que a P1 aborda sobre a estrutura molecular do DNA, P2 e P3, P4, P5, P6, P7 e P8 associam-na com armazenamento e transmissão de características hereditárias.

Visando abordagem contextualizada se cita o café clonal na pergunta problema, com o intuito de aproximar o trabalho pedagógico docente da realidade dos estudantes. De acordo com Sasseron (2015), a elaboração de uma pergunta problematizadora é essencial para o desenvolvimento da SEI. Sendo assim, foi

elaborada a seguinte pergunta: “O café clonal é uma espécie transgênica?”

Após a apresentação da SEI, as estudantes responderam um questionário sendo esse um Instrumento Avaliativo Inicial, que foi aplicado com a finalidade de fazer um levantamento dos conhecimentos que os alunos possuíam. Em uma das questões foi requerido apontar como V ou F: “O café clonal é resultante do cruzamento de plantas dos grupos *Robustas e Conilon*, originou os novos clones híbridos que reúnem as características de ambas as espécies.” Contabilizou-se que 77,7% das estudantes marcaram que o café clonal é resultado do cruzamento de clones híbridos, que reúnem as características de duas espécies de café. Sendo esta então uma das hipóteses

levantadas: “o café clonal é um clone híbrido.”

Para subsidiar a pergunta problema e a temática “Domesticação de espécies vegetais e algumas técnicas de aprimoramento das espécies vegetais como a Propagação Vegetativa” foram abordadas, no vídeo, intitulado: “Perguntas Investigativas”.

No encerramento da SEI foi aplicado, no instrumento avaliativo final,

novamente a pergunta quanto à transgenia do café clonal, porém nesta, as estudantes precisariam justificar a resposta. Abaixo são trazidas algumas respostas, na Tabela 3, de forma comparativa, do instrumento avaliativo inicial e do instrumento avaliativo final, acerca da pergunta problematizadora, que orientou essa (SDI).

Tabela 3 – Respostas das participantes nos instrumentos avaliativos quanto ao Café clonal.

Pergunta Problematizadora: O café clonal é uma espécie transgênica?		
Participantes	Instrumento avaliativo inicial	Instrumento avaliativo final
P1	“Não”	“Não, pois o café clonal é feito por estaquia, porque colhe o broto e passa um produto para enraizar e coloca em uma sacola com terra adubada.”
P2	Não	“Não porque colhe o broto, é feito por estaquia.” “Não, o café clonal não é transgênico, ele é fruto do cruzamento entre duas espécies de café e assim gerou o café clonal, pois ele não foi feito ou produzido em laboratório, geralmente é tirado o clone do pé de café mais bonito carregado de café da lavoura.”
P3	“Eu acho que não”	“De acordo com minhas pesquisas e os vídeos e outros meios, café clonal é sim uma espécie transgênica. Porque tem contém genes transferidos.”
P4	“Sim pq ele foi clonado.”	“Como se fosse transgênico por que foi melhorado, mas não é. Não consigo explicar muito direito.”
P5	“Sim, pois foi geneticamente modificado com genes de outras espécies de café.”	“Sim, pois recebeu um gene de outro organismo que alterou seu DNA e fez com que houvesse novas características.”
P6	“Eu acho q ã, pq até onde sei são simples galhos retirados de outro pé de café.”	
P7	“O café clonal não é produto transgênico e tá longe de produto transgênico chegar no mercado.”	Não escreveu
P8	“Não tenho muito certeza.”	“Não, ele é resultado de melhoramento das espécies.”
P9	“Não por que se ele fosse teria baixo valor no mercado comparado com o café comum.”	Não escreveu

Fonte: elaborada pelas autoras.

Ao observar as respostas discursivas na Tabela 4 é possível constatar que as

estudantes confirmaram a hipótese levantada, e nesta etapa final elas

construíram respostas a partir da argumentação e se nota também o uso de alguns termos científicos nos textos discursivos.

A autora Sasseron (2013) destaca, em seus trabalhos, o papel do professor e as diversas interações discursivas que o ensino por investigação proporciona, sendo: interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos, pois além de ser essencial ter um problema a ser resolvido, é necessário observar as condições para resolvê-lo e, nesse aspecto, as interações trazem condições para o desenvolvimento do trabalho.

Análise

Quanto às estudantes apresentarem certa confusão ao definirem termos como: DNA, RNA, Gene, Cromossomo e Genoma, Lima, Pinton e Chaves (2007) em um estudo com 280 estudantes da rede pública e privada de ensino, em Minas Gerais, com objetivo de investigar e comparar o entendimento, a imagem e as relações estabelecidas por estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de DNA, gene e cromossomo, constataram que as respostas da maioria dos estudantes para os conceitos, independente do ano investigado, sendo essas constituídas de respostas cientificamente incorretas

(porcentagem acima de 40%), com exceção das respostas dos alunos do primeiro ano para o conceito de DNA. Nesse sentido, estudantes do 3º ano apresentaram o maior número de respostas cientificamente incorretas, sendo 40% para DNA, 41% para gene e 63% para cromossomo.

Pode-se apontar que alguns dos fatores que interferem nesta compreensão conceitual estariam relacionados ao fato de muitos estudantes considerarem os conteúdos de genética na educação básica difíceis e desinteressantes, eles não correlacionam os tópicos de ciclo celular com a constituição e o funcionamento da molécula de DNA, que são a base para a criação de tecnologias, que darão origem, por exemplo, aos transgênicos (Oca, 2005).

Referente às estudantes que acertaram as definições de DNA, RNA, Gene e Cromossomo, Cid e Neto (2005), no trabalho intitulado: “Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética”, sobre a abordagem dos conceitos básicos de genética, quando esta é feita de forma relacional, em que ao apresentar e nomear as estruturas básicas como: célula, núcleo, cromossomo, gene e DNA, estabeleça-se uma relação óbvia entre esses; que fique explícita a relação entre os processos como: mitose, meiose e fecundação, os

ciclos de vida e a continuidade da informação genética; essas estratégias pedagógicas possibilitem aos estudantes verem os conceitos como parte de um todo sistêmico.

Finaliza-se com algumas ponderações de Pedrancini *et al.* (2007), para que o estudante possa apreciar e discutir as pesquisas científicas referentes à genética, é imprescindível conhecer os conceitos biológicos básicos como: estrutura e função das células, divisão celular e reprodução, pois se os estudantes apresentam dificuldades de compreensão na construção do pensamento biológico, eles irão se apropriar de ideias alternativas em relação aos conceitos básicos desta disciplina.

Conclusão

Pode-se relatar que o desenvolvimento da dissertação que originou este artigo evidencia que os conhecimentos científicos atrelados à genética se encontram muito no campo da abstração, da memorização e longe da compreensão. Até mesmo, porque esses avanços tecnológicos têm possibilitado reformulação e formulação dos conceitos a todo instante, acompanhá-los, compreender e tornar esse saber acessível é um grande desafio.

Elenca-se que um fator limitante para a compreensão destes conceitos consiste na fragilidade que estudantes apresentam quanto aos processos de reprodução celular, mitose e meiose, o funcionamento químico celular, o ordenamento de produção de proteínas. Sendo assim, há muitos detalhes que são intrínsecos para uma boa compreensão da biologia - da genética.

Percebe-se que no desenvolvimento da SEI, como as áreas da biologia precisam estar associadas, conectadas umas às outras, os conteúdos sendo apresentados de forma compartimentada, segregados, impossibilitam a compreensão sistêmica da dinâmica da vida.

Considera-se que o Ensino por Investigação, quando desenvolvido na realidade da Educação do Campo e outras diversidades deverá considerar que esta população também constrói e possui ciência, deverá valorizar e incluir as práticas diárias desses povos ao currículo da escola. Essa contextualização potencializa a apropriação cultural e científica dos saberes.

Referências

Amabis, J. M., & Martho, G. R. (2016). *Biologia das populações: genética, evolução biológica e ecologia* (2a ed). São Paulo: Moderna.

- Arroyo, M. G., Caldart, R. S., & Molina, M. C. (2011). *Por uma educação do campo* (5a ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Branco, S. M. (2004). *Transgênicos: inventando seres vivos*. São Paulo: Moderna.
- Caldart, R. S. (2003). A escola do campo em movimento. *Currículo sem Fronteiras*, 3(1), 60-81.
- Castellar, S. M. V. (2016). *Metodologias ativas: ensino por investigação*. Organizadora Sônia Maria. Vanzella Castellar. São Paulo: FTD.
- Fernades, B. M., & Ceroli, P. R. (2011). Primeira Conferência Nacional “Por Uma Educação Básica do Campo”. In Arroyo, M. G., Caldart, R. S., & Molina, M. C. (Orgs.). *Por uma educação do campo* (pp. 54-80). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Franco, M. A. S. (2012) Práticas pedagógicas nas múltiplas redes educativas. In Libâneo, C., & Alves, N. (Orgs.). *Temas da pedagogia: diálogos entre didática e currículo* (pp. 169-188). São Paulo: Cortez.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. (17a ed.) Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE.
- Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. (1996, 23 dezembro). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.
- Lima, A. C., Pinton, M. R. G. M., & Chaves, A. C. L. (2007). O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no Ensino Médio. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil, 6.
- Marcolan, A. L., & Espíndula, M. C. (2015). Café na Amazônia. *Embrapa Rondônia-Livro científico (ALICE)*. Brasília, DF: Embrapa.
- Mato Grosso. (2002). Conselho Estadual de Educação. Parecer propondo a Resolução para Educação do Campo em Mato Grosso. *Parecer n.202-B – CEB/CEE/MT*. Cuiabá.
- Mato Grosso. (2010). *Orientações Curriculares*. Diversidades Educacionais. (2008/2009/2010). Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Cuiabá: Defanti.
- Mato Grosso. (2010). Secretaria de Estado de Educação Orientações Curriculares para a Educação do Campo. In Mato Grosso. Secretaria de Estado de Educação. *Orientações Curriculares: Diversidade Educacional* (pp. 107-135). Cuiabá: Defanti.
- Mato Grosso. (2019). Escola Estadual Pedro Borges. Mato Grosso. *Projeto Político Pedagógico (PPP)*.
- Mato Grosso. (2020b). *Caderno Pedagógico: Educação do Campo*. Secretaria Estadual de Educação. Superintendências de Políticas de Diversidade Educacional. Coordenadoria de Educação do Campo e Quilombola. Cuiabá.
- Mato Grosso. (2020a). *Diretrizes Pedagógicas parte diversificada Educação do Campo*. Secretaria Estadual de Educação. Superintendências de Políticas de Diversidade Educacional. Coordenadoria de Educação do Campo e Quilombola. Cuiabá.

- Mato Grosso. (2018). *Documento de Referência Curricular para Mato Grosso*. DRC-MT. Recuperado de: <https://sites.google.com/view/bnccmt/educacao/C3%A7C3%A3o-infantil-e-ensino-fundamental/documento-de-referencia-curricular-para-mato-grosso>.
- Molina, M. C. (Org.). (2006). *Educação do campo e pesquisa: questões para reflexão*. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário.
- Nascimento, F., Fernandes, H. L., & Mendonça, V. M. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista Histedbr on-line*, 10(39), 225-249. <https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>
- Oca, I. C. M. (1995). Que contribuições as pesquisas mais recentes sobre aprendizagem oferecem para apoiar novas estratégias de ensino? *Revista de Educação*, 19(1), 7-16.
- Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências Naturais. (1998). Ministério da Educação. Secretária de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T., Van Risien, S. A. N., Kamp, E. T., & ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 299-309.
- Porto, I. (2016). *Concepções e percepções de educação do campo na Escola Municipal Boa Esperança Sorriso-MT* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- Santos, M. (2018). Educação do Campo no Plano Nacional de Educação: tensões entre a garantia e a negação do direito à educação. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 26(98), 185-212. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362018002600965>
- Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In Carvalho, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 41-62). São Paulo: Cengage Learning.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica. Ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17, 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sasseron, L. H. (2018). Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061-1085. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>
- Scarpa, D. L., & Campos, N. F. (2018). Potencialidades do ensino de biologia por investigação. *Estudos Avançados*, 32(94), 25-41. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>
- Scheid, N. M. J., & Ferrari, N. (2006). A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na Escola*, 1(1), 17-18.

Scheid, N. M. J., Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2005). A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. *Ciência & Educação (Bauru)*, *11*(2), 223-233.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200006>

Souza, A. F., & Farias, G. B. de. (2011) Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. *Experiência em Ensino de Ciências (Mato Grosso)*, *6*(1), 21-32.

Souza, M. A. de. (2008) Educação do campo: políticas, práticas pedagógicas e produção científica. *Educação & Sociedade*, v. 29, 1089-1111.

Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar* (E. F. F. Rosa, Trad.). Porto Alegre: Penso.

Article Peer Review

Double review.

Agência de Fomento

Não tem.

Funding

No funding.

Como citar este artigo / How to cite this article

APA

Silva, K. P. O., Cerqueira, L. L. M., & Moreira, L. M. (2021). A Educação do Campo e o ensino de genética: uma possibilidade didática investigativa. *Rev. Bras. Educ. Camp.*, *6*, e12757.
<http://dx.doi.org/10.20873/uft.rbec.e12757>

ABNT

SILVA, K. P. O.; CERQUEIRA, L. L. M.; MOREIRA, L. M. A Educação do Campo e o ensino de genética: uma possibilidade didática investigativa. *Rev. Bras. Educ. Camp.*, Tocantinópolis, v. 6, e12757, 2021.
<http://dx.doi.org/10.20873/uft.rbec.e12757>

Informações do Artigo / Article Information

Recebido em : 22/07/2021

Aprovado em: 12/10/2021

Publicado em: 15/12/2021

Received on July 22th, 2021

Accepted on October 12th, 2021

Published on December, 15th, 2021

Contribuições no Artigo: As autoras foram as responsáveis por todas as etapas e resultados da pesquisa, a saber: elaboração, análise e interpretação dos dados; escrita e revisão do conteúdo do manuscrito e; aprovação da versão final publicada.

Author Contributions: The author were responsible for the designing, delineating, analyzing and interpreting the data, production of the manuscript, critical revision of the content and approval of the final version published.

Conflitos de Interesse: As autoras declararam não haver nenhum conflito de interesse referente a este artigo.

Conflict of Interest: None reported.

Avaliação do artigo

Artigo avaliado por pares.

Apêndice

Instrumento Avaliativo Inicial.

Caro estudante, este questionário é uma das ferramentas utilizadas para perceber o que você já sabe sobre Genética, verificar qual a origem dos alimentos que você consome no seu dia, analisar sua opinião quanto ao uso da Biotecnologia, da Engenharia Genética e compreender se em suas práticas a manipulação gênica estão presentes. Seja o mais claro e sincero possível em suas respostas. O questionário está dividido em seis sessões, sendo: I – Acesso à internet; II- Conhecimentos sobre Genética; III- Uso da Biotecnologia e Engenharia Genética; IV- Sobre sua alimentação; V- Produção de Café; VI- Avaliação da Sequência de Ensino. É importante que você responda a cada uma dessas sessões para o bom desenvolvimento da pesquisa. Suas respostas serão mantidas em sigilo. É preciso que você conclua todas as etapas. Obrigada pela contribuição.

QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO

Nome: _____ Idade: _____

Endereço de e-mail: _____

Você tem interesse de cursar o nível superior? () Sim () Não

Se sim, qual curso? _____

I- ACESSO À INTERNET:

Você tem acesso à internet: () Sim () Não

Onde você acessa a rede de internet: () em casa () no vizinho () outros estabelecimentos: _____

Você possui: Computador () Telefone celular ()

II- CONHECIMENTOS SOBRE GENÉTICA:

As perguntas abaixo estão relacionadas à Sequência de Ensino por Investigação que desenvolveremos sobre os conteúdos de Genética.

1- Leia o texto abaixo e relacione as colunas

“Com o surgimento das técnicas de sequenciamento de DNA em larga escala, os biólogos evolutivos agora podem comparar genomas inteiros de espécies, bem como determinar a quantidade de divergências que ocorreu em diferentes partes desses genomas.” Griffiths et.al. 2008.

- a- RNA (Ácido Ribonucleico)
- b- Cromossomo
- c- DNA (Ácido Desoxirribonucleico)
- d- Gene
- e- Genoma

(c) Uma cadeia de nucleotídeos ligados em forma de dupla hélice, é a substância fundamental da qual são compostos os genes.
(b) É constituído por uma única molécula de DNA, com milhões de pares de bases e milhares de informações genéticas.
(a) Um ácido nucléico unifilamentar similar ao DNA, mas tendo o açúcar ribose, em vez de desoxirribose, e uracila, em vez de timina, como uma de suas bases.
(e) O complemento inteiro de material genético em um conjunto cromossômico.
(d) Um segmento de DNA com informação para a síntese de um RNA.

2- Relacione os termos com suas definições:

- a- Organismos Transgênicos.
- b- Biotecnologia.
- c- Genética.
- d- Engenharia Genética.

(b) Um organismo portador de DNA de outra espécie.
(d) Tecnologia de manipulação de DNA, uma possibilidade para tratar e curar doenças hereditárias humanas.
(e) Procedimentos utilizados na manipulação do DNA.
(c) Aplicação tecnológica que utilize organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.

3- Para você, quais seriam os riscos e vantagens da manipulação genética?

R: _____

III- USO DA BIOTECNOLOGIA E ENGENHARIA GENÉTICA

Técnicas de melhoramento genético não constitui novidade entre as atividades humanas, procedimentos tradicionais de cruzamentos repetidos e seleção dos melhores híbridos obtidos sempre ocorreram. Assim como os processos de fermentação que utiliza-se de recursos biotecnológicos, para produzir vinho, iogurte, coalhadas, queijo, até mesmo produção de biodiesel. Para atender as necessidades crescente da produção mundial de alimentos, novas

técnicas vem sendo desenvolvidas, porém estes processos trazem muitos pontos de preocupação.

4- Marque um (X) nas principais culturas transgênicas cultivadas em solo brasileiro:

(X) Soja () Arroz () Feijão () Cana-de-açúcar () Laranja (X) Milho
(X) Algodão () Tomate () Mamão () Hortaliças () Trigo ()

3- Você sabia que a Biotecnologia também está presente na produção de alimentos?
Sim () Não ()

4.1 - Dentre as opções apresentadas assinale (X) nos alimentos que são produzidos a partir da Biotecnologia.

Alimentos:

Pães () Cervejas () Vinhos () Queijos () Iogurtes ()

4- Abaixo apresentamos diversas alternativas de aplicações da genética no campo da Ciência. Identifique (X) as alternativas que você já ouviu falar.

() Melhoramento Genético
() Aconselhamento Genético
() Desvendamento do Genoma Humano
() Decodificação de DNA e RNA
() Diagnóstico e prevenção de doenças hereditárias
() Clonagem
() Células-troncos
() Organismos Geneticamente Modificados

5- De acordo com seus conhecimentos, marque um X nas alternativas que fazem uso da Engenharia Genética.

() Células-tronco
() Alimentos Geneticamente Modificados
() Medicamentos
() Biocombustível
() Agrotóxicos
() Diagnósticos de doenças hereditárias
() Tipagem sanguínea
() Teste de Paternidade
() Terapia Gênica
() Projeto genoma
() Desvendar crimes

6- As imagens abaixo representam símbolos de classificação dos alimentos. Busque na caixa de texto ao lado os termos correspondentes as imagens e numere a imagem:



1) Alimentos Orgânico

2) Alimentos Sem glúten

3) Alimentos Transgênico



4) Biodegradável / Recicláveis

5) Alimentos vegano



7- As alternativas abaixo apresentam tecnologias para a produção de alimentos. Marque as que você já ouviu falar, e ao lado onde:

- | TECNOLOGIAS | ONDE VOCÊ TEVE ACESSO A ESSA INFORMAÇÃO? |
|--------------------------------------|--|
| Biotecnologia | () TV () Rádio () Escola () Internet () Casa /conversas |
| Organismos Geneticamente Modificados | () TV () Rádio () Escola () Internet () Casa/conversas |
| Transgênicos | () TV () Rádio () Escola () Internet () Casa/conversas |
| Irradiação Em Alimentos | () TV () Rádio () Escola () Internet () Casa/conversas |
| Engenharia Genética | () TV () Rádio () Escola () Internet () Casa/conversas |

8- Você já realizou:

Enxerto em plantas Sim () Não ()

Manipulação de rosas Sim () Não ()

Melhoramento entre raças de animais Sim () Não ()

Cruzamento entre gado de diferentes raças Sim () Não ()

IV- SOBRE SUA ALIMENTAÇÃO:

9- A partir das opções a seguir, identifique as que mais refletem sua opinião sobre a “Utilização da Engenharia Genética” na produção de alimentos:

1) () Perigoso () Seguro

2) () Ruim () Bom

3) () Faz mal à saúde () Faz bem à saúde

4) () Prejudicial a natureza () Faz bem à natureza

5) () Desnecessário () Necessário

6) () Não confiável () Confiável

7) () Artificial () Natural

8) () Não sustentável () Sustentável

10- Informe para cada elemento a seguir se você é A FAVOR ou CONTRA a utilização da Engenharia Genética e Biotecnologia:

Produção de Alimentos () A favor () Contra

Produção de Biodiesel () A favor () Contra

Medicamentos () A favor () Contra

Resultados e Diagnósticos () A favor () Contra

11- Onde você adquire os alimentos que consome diariamente, você pode marcar mais de uma opção:

() feira () mercado () agricultura familiar () troca entre parentes e vizinhos

12- Se você soubesse que alguns desses alimentos são alimentos transgênicos, mesmo assim você continuaria a consumi-los?

() Sim, mesmo tendo outras fontes naturais de alimentação.

() Não, não consumiria de forma alguma.

() Talvez, mas somente se não tivesse outra opção de alimentos.

V- PRODUÇÃO DE CAFÉ

13- “Estima-se que o jovem município de Colniza (atualmente com 20 anos) em 2018 já apresentava cerca de 15 mil hectares de área dedicados à cafeicultura. É dali que vem o sustento de boa parte das 35 mil famílias da cidade, localizada na região Noroeste do estado, a 1065 km de Cuiabá, destacando-se como a “Capital do Café.” Fonte: <http://www.seaf.mt.gov.br/-/6440310-produtores-consolidam-colniza-como-a-capital-do-cafe-em-mt> (16/ de maio de 2017).

Sobre o Café Clonal, marque (V) para verdadeiro e (F) para falso:

- O café clonal não é uma espécie nativa da região amazônica.
- O Café clonal é uma espécie híbrida desenvolvida pelo EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).
- O Café clonal não uma nova espécie de clone híbrido que reúne as características de duas espécies.
- O cruzamento de plantas dos grupos Robusta e Conilon originou os novos clones híbridos que reúne as características de ambas as espécies.

14- Na terra onde vocês vivem, vocês cultivam Café Clonal?

- Sim, cultivamos.
- Não, não cultivamos.

15- Qual a sua relação da sua família com o café

- Cultivamos, mas não trabalhamos
- Cultivamos e trabalhamos
- Não cultivamos
- Trabalhamos em outros cafezais
- Nunca desenvolvi atividades relacionadas com o café.
- Cultivamos, porém eu não realizo tarefas no cafezal.

16- Qual a importância da produção do café para você e sua família?

R: _____

VI – AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

19- Você reconhece que os conhecimentos compartilhados nesses encontros sobre os conceitos de Genética e sua aplicação em nosso cotidiano serão positivas para a sua aprendizagem?

- Positivo pois aprenderei conhecimentos novos que vão acrescentar as práticas e experiências do meu dia-a-dia em família.
- Negativo, pois não aprenderei novos conhecimentos e não acrescentará nada em minhas práticas e experiências no meu dia-a-dia em família.
- Positivo, pois aprenderei novos conceitos científicos em Genética e sobre Transgênicos.
- Negativos, pois não aprenderei novos conceitos científicos em Genética e nem sobre Transgênicos.
- Positivo, pois esses novos conhecimentos podem ser aplicados a minha realidade e vão interferir na minha decisão.
- Parcialmente positivo pois a apesar de poder ter acesso a conhecimentos novos não acredito que esses conhecimentos possam ser aplicados a minha realidade ou interferir na minha decisão.
- Negativo, pois esses novos conhecimentos não podem ser aplicados a minha realidade e nem tão pouco em minha decisão.

() Não tenho ainda uma posição sobre o assunto.

VII – PERGUNTA PROBLEMA

21- O café clonal é um produto transgênico? Justifique:

Comentários

livre:

Obrigada!

Instrumento Avaliativo Final

! Vamos realizar a nossa última atividade da Sequência Didática Investigativa!

- 1) Observe a imagem e descreva quais são as diferenças entre uma molécula e outra? Do que elas são formadas?



- 2) Observe os quadrinhos abaixo. Após analisar escreva a definição de GENE, CROMOSSOMO, ALELOS, GENÓTIPO e FENÓTIPO com suas palavras: