

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

Kênea Flávia de Souza Fernandes Rodrigues

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE GENÉTICA NUMA PERSPECTIVA  
INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Belo Horizonte

2022

Kênea Flávia de Souza Fernandes Rodrigues

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE GENÉTICA NUMA PERSPECTIVA  
INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**Versão Final**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Docência da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação.

Orientadora: Marina de Lima Tavares

Co-orientadora: Adlane Vilas-Boas

Ferreira

Belo Horizonte

2022

R696p  
T

Rodrigues, Kênea Flávia de Souza Fernandes, 1979-  
Uma proposta de ensino de genética numa perspectiva investigativa para  
alunos do 9º ano do ensino fundamental [manuscrito] / Kênea Flávia de Souza  
Fernandes Rodrigues. - Belo Horizonte, 2022.  
105 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,  
Faculdade de Educação.

Orientadora: Marina de Lima Tavares.

Coorientadora: Adlane Vilas-Boas Ferreira.

Bibliografia: f. 86-90.

Apêndices: f. 91-105.

1. Educação -- Teses. 2. Biologia -- Estudo e ensino (Ensino fundamental) --  
Teses. 3. Biologia -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Genética -- Estudo e ensino  
(Ensino médio) -- Teses. 5. Ciências da vida -- Estudo e ensino (Ensino médio) --  
Teses. 6. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e ensino -- Teses. 7. Ciências  
(Ensino fundamental) -- Métodos de ensino -- Teses.

I. Título. II. Tavares, Marina de Lima, 1977-. III. Ferreira, Adlane Vilas-Boas.  
IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 574.07

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP**

**UFMG**

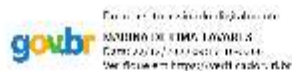
## FOLHA DE APROVAÇÃO

### **UMA PROPOSTA DE ENSINO DE GENÉTICA NUMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

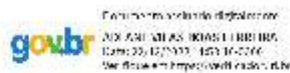
#### **KÊNEA FLÁVIA DE SOUZA FERNANDES RODRIGUES**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

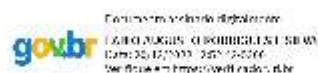
Aprovada em 20 de dezembro de 2022, pela banca constituída pelos membros:



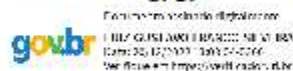
**Prof(a). Marina de Lima Tavares -  
Orientador UFMG**



**Prof(a). Adlane Vilas Boas  
Ferreira UFMG**



**Prof(a). Fabio Augusto Rodrigues e Silva  
UFOP**



**Prof(a). LUIZ GUSTAVO FRANCO  
SILVEIRA UFMG**

Belo Horizonte, 20 de dezembro de 2022.


## ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA **KÊNEA FLÁVIA DE SOUZA FERNANDES RODRIGUES**

Realizou-se, no dia 20 de dezembro de 2022, às 09:00 horas, por videoconferência, a 375ª defesa de dissertação, intitulada *UMA PROPOSTA DE ENSINO DE GENÉTICA NUMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA PARA ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL*, apresentada por KÊNEA FLÁVIA DE SOUZA FERNANDES RODRIGUES, número de registro 2020664580, graduada no curso de CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Marina de Lima Tavares - Orientador (UFMG), Prof(a). Adlane Vilas Boas Ferreira (UFMG), Prof(a). Fabio Augusto Rodrigues e Silva (UFOP), Prof(a). LUIZ GUSTAVO FRANCO SILVEIRA (UFMG). A Comissão considerou a dissertação:


( X ) Aprovada ( ) Reprovada ( ) Aprovada com indicação de correções

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.


Belo Horizonte, 20 de dezembro de 2022.

Documento assinado digitalmente  
 MARINA DE LIMA TAVARES  
Data: 22/12/2022 09:08:35-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


Prof(a). Marina de Lima Tavares ( Doutora )

Documento assinado digitalmente  
 ADLANE VILAS BOAS FERREIRA  
Data: 22/12/2022 14:56:05-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof(a). Adlane Vilas Boas Ferreira ( Doutora )

Documento assinado digitalmente  
 FABIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA  
Data: 20/12/2022 12:51:40-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof(a). Fabio Augusto Rodrigues e Silva ( Doutor )

Documento assinado digitalmente  
 LUIZ GUSTAVO FRANCO SILVEIRA  
Data: 20/12/2022 13:10:29-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof(a). LUIZ GUSTAVO FRANCO SILVEIRA ( Doutor )

## **AGRADECIMENTOS**

A ação da graça de Deus em minha vida todos os dias, por me conceder saúde, disposição, alegria fé e esperança para seguir em frente.

Aos meus familiares que entenderam o momento da minha reclusão para dedicação aos estudos.

Agradeço em especial a orientadora Marina Tavares e a co-orientadora Adlane Vilas-Boas que dedicaram um espaço do seu tempo e compartilharam conhecimentos e experiências importantes para a edificação da minha pesquisa.

Agradeço o altruísmo e a sensibilidade do meu colega Clifton Arlen, na diagramação do produto da pesquisa.

Enfim, todos os profissionais da educação que direta ou indiretamente contribuíram nessa trajetória.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”  
Isaac Newton

## Resumo

Essa pesquisa constituiu-se de um estudo qualitativo que buscou desenvolver uma sequência didática utilizando a abordagem do Ensino por Investigação para trabalhar o tema herança e variabilidade genética, no 9º ano do ensino fundamental. Foi um estudo que se deu no período da pandemia do Covid-19 que trouxe o desafio de construir uma sequência didática que se adequasse aos ambientes de ensino remoto e presencial, diante das incertezas de uma pandemia e seu efeito no funcionamento das escolas. Pensando em um ensino de Ciências menos conteudista e mais contextualizado, a intenção deste estudo foi desenvolver atividades que oportunize por meio de perguntas e problematizações, situações em que o estudante seja estimulado a desenvolver autonomia na construção de hipóteses, argumentos, análise de dados, reflexão e criticidade. A sequência didática proposta nesta pesquisa apresenta três atividades sobre herança e variabilidade genética que passam por contextos diferentes. No desenvolvimento da sequência a atividade 1 traz uma problematização inicial, a atividade 2 perguntas exploratórias para os estudantes construírem explicações, e a atividade 3 tem o foco na conclusão e sistematização dos estudantes sobre tema do estudo. Para a coleta de dados foi realizada a gravação de áudios durante as aulas e registros escritos das atividades pelos estudantes. Na análise dos dados recorreremos ao estudo de Machado e Sasseron que propõe a construção teórica de categorias para perguntas feitas por professores de Ciências em atividades investigativas. Utilizamos essas categorias em nosso estudo visando compreender até que ponto as perguntas feitas pela professora pesquisadora contribuíram para a ocorrência do ensino por investigação durante as interações com os estudantes. Os dados obtidos evidenciaram que as perguntas da professora mobilizaram os estudantes no levantamento de hipóteses, na análise de dados, na construção de argumentos para a problematização apresentada, bem como a reflexão e criticidade sobre o tema do estudo.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Sequência de didática, Variabilidade genética, Herança genética, Ensino fundamental.



## **Abstract**

This research consisted of a qualitative study that sought to develop a didactic sequence using the Teaching by Investigation approach to work on the subject of inheritance and genetic variability, in the 9th year of elementary school. It was a study that took place during the period of the Covid-19 pandemic that brought the challenge of building a didactic sequence that would suit both remote and face-to-face teaching environments, given the uncertainties of a pandemic and its effect on the functioning of schools. Thinking about a less content-based and more contextualized Science teaching, the intention of this study was to develop activities that provide opportunities, through questions and problematizations, situations in which the student is encouraged to develop autonomy in the construction of hypotheses, arguments, data analysis, reflection and criticality. The didactic sequence proposed in this research presents three activities on inheritance and genetic variability that go through different contexts. In the development of the sequence, activity 1 brings an initial problematization, activity 2 exploratory questions for students to build explanations, and activity 3 focuses on the conclusion and systematization of students on the subject of the study. For data collection, audio was recorded during classes and written records of activities by students were recorded. In the data analysis, we resorted to the study by Machado and Sasseron, which proposes the theoretical construction of categories for questions asked by Science teachers in investigative activities. We used these categories in our study in order to understand to what extent the questions asked by the research teacher contributed to the occurrence of teaching by investigation during interactions with students. The data obtained showed that the teacher's questions mobilized the students in raising hypotheses, in data analysis, in the construction of arguments for the problematization presented, as well as reflection and criticality on the subject of the study.

**Keywords:** Teaching by investigation, Didactic sequence, Genetic variability, Genetic inheritance, Elementary education.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição da Sequência Didática para Ensino Remoto .....	17
Quadro 2 – As intenções do professor (MORTIMER; SCOTT, 2002) .....	40
Quadro 3 - As intenções do professor e as etapas do ciclo argumentativo em aulas investigativas (MACHADO; SASSERON, 2012) .....	41
Quadro 4 - Descrição da Sequência Didática da Pesquisa .....	45
Quadro 5 - Os tipos de perguntas em aulas investigativas de Ciências .....	51
Quadro 6 – Ferramenta de análise dos dados da pesquisa .....	52
Quadro 7 – Episódio 1.....	55
Quadro 8 – Episódio 2.....	59
Quadro 9 – Episódio 2.....	63
Quadro 10 – Episódio 2.....	66
Quadro 11 – Episódio 2.....	70
Quadro 12 – Episódio 3 .....	75
Quadro 13 – Episódio 3. ....	77
Quadro 14 – Episódio 3.....	80
Quadro 15 – Episódio 3.....	82
Quadro 16 – Episódio 3.....	84
Quadro 17 – Episódio 4.....	87
Quadro 18 – Episódio 4.....	89
Quadro 19 – Episódio 4.....	92

### **LISTA DE IMAGENS**

Imagem 1 – Tabela de dados sobre as características fenotípicas dos personagens preenchida pelos estudantes.....	62
Imagem 2 – Carteirinha dos scoisinhos e scoisão .....	64
Imagem 3 - Tabela de dados sobre genótipo dos personagens preenchida pelos estudantes .....	65

### **LISTA DE SIGLAS**

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais

ENCI – Ensino de Ciências por Investigação

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

ICB – Instituto de Ciências Biológicas

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

EF – Ensino Fundamental

## Sumário

1. Introdução .....	122
1.1 Trajetória da pesquisa .....	14
1.2 Objetivos Gerais .....	21
1.2.1 Objetivos Específicos .....	22
2. Revisão da literatura .....	22
2.1 Ensino de Ciências por investigação.....	22
2.2 A Genética no Ensino Fundamental .....	33
2.3 As interações na sala de aula e o Ensino por Investigação .....	39
3. Metodologia.....	42
3.1 Descrição da Sequência Didática.....	44
3.1.1 Aula 1 .....	46
3.1.2 Aula 2 .....	47
3.1.3 Aula 3 .....	49
3.2 Coleta e tratamento dos dados .....	49
3.3 Metodologia de análise dos dados .....	50
4. Resultados e Discussão .....	53
4.1 Aula 1 – Investigando Scoisópolis.....	53
4.2 Aula 2 – Semelhança e diferenças.....	74
4.3 Aula 3 – Variabilidade genética .....	85
5. Considerações Finais .....	94
6. Referências Bibliográficas .....	97
Apêndice 1 – Material 1: Investigando Scoisópolis (adaptado) .....	102
Apêndice 2 – Investigando Scoisópolis (Material de aprofundamento).....	107
Apêndice 3 – Material 2 – Semelhanças e Diferenças.....	109
Apêndice 4 – Material 3 – Variabilidade Genética.....	113

## 1. Introdução

Esse trabalho é resultado de um novo olhar para o Ensino de Ciências durante a minha trajetória na formação continuada. Iniciei como professora de Ciências no ano de 2016 e com ela muitas expectativas de trazer para minha prática docente um ensino menos conteudista. Diante dessas expectativas, percebi a necessidade de uma formação para além da graduação que ajudasse a construir formas de trabalhar o Ensino de Ciências numa perspectiva mais envolvente e contextualizada. Nessa busca descobri o Ensino de Ciências por Investigação, também conhecido como ENCI, e aqui começa a trajetória que resultou neste trabalho.

Refletindo sobre os desafios da prática docente e das minhas expectativas como professora, comecei este percurso ingressando no ano de 2017 no Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais (CECIMIG/FAE/UFMG) para realizar a especialização no Ensino de Ciências. As disciplinas cursadas trouxeram propostas interessantes para ensinar ciências, em especial o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) que trabalha uma perspectiva de educação em ciências baseada na investigação.

O curso em questão visa à melhoria do ensino de ciências na Educação Básica com a qualificação dos docentes a partir dos pressupostos básicos defendidos por Lima et al., (2008):

de que as explicações científicas são construídas, desenvolvidas e validadas em espaços de investigação orientada; e de que é necessário promover espaços permanentes de reflexão e troca de experiências entre docentes acerca da implementação de uma concepção teórico-metodológica de ensino por meio de atividades investigativas de modo a apoiar e sustentar mudanças nas escolas que lecionam (LIMA et al., 2008, p. 24).

A especialização do CECIMIG foi uma trajetória importante para compreender as dificuldades que os professores enfrentam ao buscar novas estratégias de ensino. Nesse sentido, o curso trouxe caminhos possíveis de como preparar aulas que coloquem os alunos no centro da construção dos saberes. Durante essa trajetória foram realizadas diversas atividades com propostas de aulas e a elaboração de sequências didáticas com o foco no ensino por investigação.

Com as experiências adquiridas durante a especialização no Ensino de Ciências, trago para esta pesquisa de mestrado propostas de atividades onde seja desenvolvido o Ensino por Investigação nas aulas de Ciências. Atividades investigativas constituem um recurso pedagógico centrado na mobilização dos alunos na busca de respostas e são potencializadoras no desenvolvimento da autonomia e capacidade de tomada de decisões. O Ensino por Investigação é uma abordagem efetiva para os professores diversificarem sua prática na sala de aula (SÁ et al., 2007).

Para a produção desta pesquisa foi elaborada uma sequência didática trazendo o ensino por investigação com o tema “Herança Genética” para estudantes do nono ano do Ensino Fundamental. O tema “Herança Genética” está presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do 9º ano do Ensino Fundamental, na unidade temática Vida e Evolução, e propõe como objeto do conhecimento os conteúdos sobre o núcleo celular, divisão celular e a hereditariedade. É proposta nessa unidade temática a introdução sobre a função dos gametas e a transmissão das características hereditárias. A hereditariedade é um assunto que provoca curiosidade e traz diversas perguntas dos estudantes, e isso despertou meu interesse na escolha pelo tema, tomando como partida o ensino por investigação com assuntos que os estudantes tenham curiosidades.

A partir da escolha do tema da pesquisa, iniciei a participação no grupo do projeto de pesquisa e extensão Conceitos de genética – ensino e aprendizagem, coordenado pela professora Adlane Vilas-Boas Ferreira (ICB - UFMG), para buscar suporte sobre as discussões dessa área, bem como publicações e interações entre os docentes da educação básica do grupo. Esse diálogo foi substancial para refletir sobre o que é importante ensinar em genética no ensino fundamental, a relevância dessa área no contexto escolar e como trabalhar conceitos básicos de genética em uma abordagem mais investigativa. É nessa perspectiva que este estudo se insere, na elaboração de atividades sobre herança genética a partir da abordagem do Ensino de Ciências por Investigação.

A trajetória desta pesquisa se inicia no ano de 2020, um ano bem atípico devido a ocorrência de uma pandemia que estabeleceu uma nova conjuntura escolar. Nesse

sentido, é importante discorrer sobre o contexto em que se deu a elaboração do projeto e seu desenvolvimento durante os anos de 2020 e 2021.

### **1.1 Trajetória da Pesquisa**

No ano de 2020 iniciei meu trabalho como professora de Ciências em uma escola da rede estadual de Minas Gerais situada no município de Contagem, atuando no nono ano do Ensino Fundamental. Contudo, no mês de março de 2020 a pandemia causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 propagou a doença COVID-19 que provocou o fechamento de diversos estabelecimentos de ensino. Devido ao alto grau de transmissão do vírus causador da doença, decretos nacionais e internacionais estabeleceram o maior isolamento social já visto na história. As escolas se tornaram um dos locais mais temidos pelo risco de transmissão, assim o fechamento das instituições de ensino foi inevitável (ARRUDA, 2020).

Com o avanço do número de casos de pessoas infectadas pela COVID-19, escolas públicas e privadas, da educação básica à superior, dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal, cumpriram as determinações do governo federal para a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia da COVID - 19, conforme a Portaria nº 343/2020 publicada no Diário Oficial da União, em 17 de março de 2020 (SANTOS; MONTEIRO, 2020).

No Brasil, os estados ficaram com a tomada de decisões do modelo de funcionamento da educação básica e apresentaram iniciativas à substituição da educação presencial pelas aulas remotas ou adoção da modalidade a distância na educação básica (ARRUDA, 2020). Dessa forma, professores e alunos migraram para um ambiente online, reconfigurando os espaços físicos de aprendizagem para novas formas de metodologias e práticas pedagógicas, naquilo que foi designado por ensino remoto de emergência (MOREIRA *et al.*, 2020).

Desse modo, tornaram-se centrais as discussões sobre modos de propiciar o acesso dos estudantes das escolas básicas brasileiras ao ensino e ao atendimento escolar em situação emergencial e o desenvolvimento de propostas de usos das tecnologias

digitais como estratégia de acesso dos alunos aos conteúdos escolares no contexto desafiador da educação online (ARRUDA, 2020).

Em Minas Gerais, o Decreto 47.891 estabeleceu a suspensão, por tempo indeterminado, das atividades presenciais de educação escolar básica em todas as unidades da rede pública estadual de ensino, pelas instituições privadas de ensino e pelas redes de ensino municipais.

A Medida Provisória nº 934, de 1º de abril de 2020, estabeleceu normas excepcionais para o ano letivo da educação básica decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública, e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19.

O capítulo I da RESOLUÇÃO CEE Nº 478 retrata que:

“Art. 1º – A reorganização do calendário escolar visa a garantia da realização de atividades escolares para fins de atendimento aos objetivos de aprendizagem previstos nos currículos da educação básica e do ensino superior, atendendo ao disposto na legislação e normas correlatas sobre o cumprimento da carga horária. Excepcionalmente, podem ser adotadas atividades pedagógicas não presenciais, a serem desenvolvidas com os estudantes, no âmbito do Sistema Estadual de Ensino de Minas Gerais, enquanto persistirem restrições sanitárias para presença dos estudantes nos ambientes escolares.”

Nesse documento o Estado ainda estabelece o que se refere atividades pedagógicas não presenciais:

Art. 4º – Entende-se por atividades pedagógicas não presenciais aquelas a serem realizadas, pela instituição de ensino, com os estudantes, quando não for possível a presença física desses, no ambiente escolar. Assim sendo, as atividades pedagógicas não presenciais podem acontecer por meios digitais (videoaulas, conteúdos organizados em plataformas virtuais de ensino e aprendizagem, redes sociais, correio eletrônico, blogs, entre outros); por meio de programas de televisão ou rádio; pela adoção de material didático impresso, com orientações pedagógicas, distribuído aos alunos e seus pais ou responsáveis; e pela orientação de leituras, projetos, pesquisas, atividades e exercícios indicados nos materiais didáticos.

Diante desse cenário, o projeto inicial apresentado no programa “Promestre” passou por modificações para contemplar o novo formato educacional, trazendo uma proposta de ensino remoto emergencial numa perspectiva investigativa para alunos do ensino fundamental. Por conseguinte, foi elaborada uma sequência didática para ser utilizada



no ambiente online e propiciar a produção de atividades síncronas e assíncronas, dentro do tema “Herança Genética” para alunos do 9º ano do ensino fundamental da educação básica.

A proposta da pesquisa nesse novo cenário educacional foi apropriar-se das tecnologias disponíveis para o ensino remoto e planejar estratégias de interação entre os alunos nesse ambiente. Diante desse desafio, foi desenvolvida uma primeira tentativa de propor uma sequência didática investigativa que se adequasse ao ensino remoto. O intuito dessa primeira versão foi incorporar diferentes recursos tecnológicos para promover maior interação entre professora e estudantes no ambiente virtual, já que uma proposta de ensino por investigação pressupõe uma dinâmica interativa entre os pares. Nesse sentido, foram escolhidos dois recursos para essa interação, o Google Meet e o Padlet. O intuito do uso desses dois recursos foi de promover momentos síncronos com aulas online, e assíncronos com atividades realizadas pelos alunos.

O Google Meet, um aplicativo de videoconferência, foi utilizado para realizar os encontros síncronos. É uma ferramenta da Google que permite vários participantes reunirem tanto pelo computador quanto por dispositivos móveis a se conectarem por vídeo chamada possibilitando a interação em tempo real. O aplicativo conta com diversos recursos como compartilhamento de telas, chat para envio de mensagens e a gravação da videoconferência.

O aplicativo Padlet foi utilizado pelos alunos para realizar os momentos assíncronos com o envio de atividades. O Padlet é uma ferramenta online que permite a criação de um mural ou quadro virtual dinâmico e interativo para registrar, guardar e partilhar conteúdo multimídia. Funciona como uma folha de papel, onde se pode inserir qualquer tipo de conteúdo (texto, imagens, vídeo, hiperlinks) juntamente com outros usuários, sendo um recurso colaborativo. A proposta foi ter um local para os alunos colocarem suas ideias sobre os assuntos discutidos nas aulas online.

Essa primeira versão da sequência didática foi desenvolvida em novembro de 2020 na escola na qual estava lecionando para turmas de 9º ano do ensino fundamental. A escola em questão, após os decretos de suspensão das aulas presenciais, continuou

suas atividades escolares no formato remoto. Por ser tratar de uma escola da rede estadual de educação da Polícia Militar de Minas Gerais, a sua estrutura possibilitou a continuidade das atividades escolares no ambiente online. A escola contava com uma plataforma virtual própria para postagem de atividades e sala virtual com o Google Meet para aulas em tempo real com o professor de cada disciplina.

Pensando nesse formato remoto, a proposta elaborada foi dividida em três etapas, para cada etapa havia um momento síncrono com aula online por vídeo conferência no Google Meet, no qual a professora criava uma dinâmica de discussões a partir de perguntas, e outro momento, assíncrono, no aplicativo Padlet com questões problematizadoras para os alunos dialogarem em um ambiente colaborativo.

O quadro 1 apresenta a organização e a descrição dessa primeira versão da sequência didática.

Quadro 1 – Descrição da Sequência Didática para Ensino Remoto

Etapas	Tema	Momento Síncrono	Momento Assíncrono
		Aula online - Google Meet	Atividade no Padlet
1a	Material genético	Apresentação de algumas fotos de bebês, alunos da sala, para serem reconhecidos pela turma.  Pergunta: como identificar os pais de bebês em caso de perda das pulseiras de identificação?	Imagem de um teste de paternidade – Interpretar o teste e explicar o que o exame revelou.
2a	Meiose no papel	Prática  *Desenhar 2 cromossomos com cores diferentes (cromossomos homólogos) *Duplicar os cromossomos homólogos. *Pareamento dos cromossomos e troca de pedaços entre eles (permutação). *Divisão da célula em duas e separação dos cromossomos homólogos (fase reducional). *Divisão da célula em quatro e separação das cromátides irmãs (fase equacional).	Anexar as fotos da prática da meiose.  Problematização: Por que irmãos são geneticamente diferentes se recebem o material genético dos mesmos pais?

3a	Hereditariedade	<p>Apresentação de fotos de alunos da sala com seus familiares para ser identificado características herdadas.</p> <p>Perguntas: Somos parecidos e diferentes? Por que cada indivíduo é diferente apesar de possuir características dos seus familiares? Todos os gametas são iguais? Como recebemos o nosso material genético?</p>	<p>Problematização: Um casal, sendo a mulher com sangue tipo B e o homem sangue tipo A, podem ter filhos com sangue tipo O?</p>
----	-----------------	---	---

Essa foi uma primeira versão que tinha por finalidade tentar entender como esse novo ambiente funcionava, como as relações professora e estudantes aconteciam e de que forma poderia estabelecer interações entre os pares. Nesse primeiro momento buscamos observar prioritariamente as interações entre estudantes e a professora ao longo das aulas síncronas.

Ao assistir as gravações das aulas, ainda que não tendo uma metodologia de análise definida, foi possível constatar que as interações entre estudantes e professora foram parciais. Durante as aulas síncronas, os estudantes raramente ligavam a câmera, alguns se manifestavam por áudios, outros por chat, outros somente quando solicitados pela professora. O maior tempo de fala nas gravações era da professora, e diante disso, não foi possível avaliar participação efetiva dos estudantes nas discussões.

Observamos que as perguntas da professora propiciaram alguns momentos de interação. Contudo, as três etapas da sequência didática apresentaram uma parte teórica densa e conteudista que, em um ambiente virtual, podem ter deixado as aulas ainda mais exaustivas. As perguntas direcionadas aos estudantes não desencadearam a construção coletiva de ideias/conhecimentos como esperado, dando a impressão de desinteresse. As perguntas e respostas se restringiram a uma troca unidirecional que não ofereceu uma reflexão mais ampla do que estava sendo discutido.

Percebemos que o acesso as ferramentas tecnológicas por si só não garantem o sucesso nas interações e na motivação entre os estudantes. Esta experiência da primeira versão do projeto deixa evidente que apesar do acesso as tecnologias, os estudantes não estavam preparados para aulas em frente as telas.

Diante dessas observações, consideramos necessário reelaborar a proposta da sequência didática aprimorando o material de modo a deixá-lo menos conteudista e, mais contextualizado com as realidades dos estudantes e com perguntas mais orientadas ao desenvolvimento de ações discursivas investigativas, como a elaboração de problematizações, levantamento de hipóteses, conclusões sobre os problemas propostos. Dessa forma, o projeto foi reestruturado com uma nova proposta de atividades investigativas a partir de perguntas problematizadoras.

Nesse momento já estávamos no ano de 2021 e foi necessário escolher uma nova escola para o desenvolvimento da pesquisa porque o contrato com a escola anterior já havia se encerrado e agora encontrava-me como professora de Ciências em outra rede de ensino. Essa nova escola escolhida pertence à rede Municipal de Ensino de Ibirité e, ao contrário da escola anterior, atendia um público carente com poucos recursos para cumprir o ensino virtual.

Ainda no cenário pandêmico, as escolas seguiam com o ensino remoto e fazendo o uso das tecnologias disponíveis. As escolas da rede Municipal de Ibirité elaboravam seu material seguindo as orientações de currículo da Secretaria de Educação do município. O professor de cada disciplina disponibilizava o material para os estudantes semanalmente na forma de blocos de estudos. A direção escolar imprimia esses blocos e as famílias buscavam na secretaria. O estudante tinha um prazo para realizar as atividades e entregar o bloco para correção e pontuação. A escola contava também com o Google Sala de Aula para aqueles que possuíssem recursos, assim era possível alguns estudantes comunicarem com os professores para tirar suas dúvidas sobre as atividades. No entanto, o alcance desse formato educacional não oportunizou os estudos de todos os alunos das escolas públicas, principalmente aqueles que não possuíam acesso à internet e equipamentos apropriados.

A partir do mês de agosto de 2021, com a vacinação dos professores e grande parte da população, as escolas retomaram as aulas presenciais em um formato híbrido. Nesse formato as aulas passaram a ser presenciais, mas ainda permaneceram as atividades remotas. A presença do aluno não era obrigatória e para atender o protocolo de distanciamento social foi orientada uma escala de alunos por semana para o atendimento escolar.

Com protocolo bem definido, as escolas municipais de Ibitaré retornaram o ensino presencial em 30 de agosto de 2021. De acordo com o protocolo sanitário do município, o aluno não poderia permanecer por mais de quatro horas na escola. Todos tinham a temperatura verificada, se registrado um número igual ou acima de 37,8°C, era orientada a procura de uma unidade de saúde e o aluno era direcionado para um local reservado até a chegada do responsável à escola.

Com o avanço das vacinações, as taxas de hospitalizações e contaminações por Covid-19 diminuíram e a partir do mês de outubro de 2021 alteraram-se os protocolos de distanciamento social. Várias instituições voltaram a funcionar com a sua capacidade total, inclusive as escolas que decretaram a presença obrigatória dos alunos, exceto para aqueles com comorbidades.

Dessa forma, a partir do dia três de novembro de 2021, o retorno às aulas presenciais não era mais facultativo nas redes públicas e privadas de ensino em todo o estado de Minas Gerais. A decisão foi tomada pelo Centro de Operações de Emergência de Saúde (COES), da Secretaria do Estado de Saúde de Minas Gerais, que aprovou a 6ª versão do Protocolo Sanitário de Retorno às Atividades Escolares Presenciais. A medida também acabava com a exigência de distanciamento adicional de 0,90 metro entre os estudantes nos ambientes da escola.

A resolução SEE nº 4.644, de 25 de outubro de 2021 dispõe sobre o funcionamento do Ensino Presencial na Rede Estadual de Ensino:

Art. 1º - As atividades escolares regulares nas Unidades de Ensino da Rede Pública Estadual serão realizadas de forma presencial a partir de 03 de novembro de 2021.

Art. 2º - O Gestor Escolar deverá informar às famílias sobre a obrigatoriedade do ensino presencial.

Art. 3º Os casos excepcionais estão especificados no Título II.

## TÍTULO II - DAS EXCEPCIONALIDADES

Art. 16 - A frequência nas atividades escolares presenciais do estudante comprovadamente pertencente ao grupo de risco para a COVID-19, não será obrigatória, sendo a carga horária obrigatória computada por meio dos Planos de Estudos Tutorados.

Art. 17 - As escolas localizadas em municípios com impedimento para o retorno das atividades presenciais permanecem com o atendimento não presencial aos estudantes, sendo a carga horária obrigatória computada por meio dos Planos de Estudos Tutorados.

Art. 18 - Outros casos de atendimentos não presenciais poderão ser autorizados pela Secretaria de Estado de Educação, mediante justificativa.

Nas escolas municipais de Ibitaré, mesmo com o retorno presencial, todos os alunos tinham que fazer as atividades não presenciais, entregues semanalmente pela escola pois, em acordo com a Resolução Estadual 4506, os blocos de atividades não presenciais permaneceram como a única maneira de atribuir frequência, falta e nota aos alunos.

Após os novos protocolos sanitários serem estabelecidos para a retomada obrigatória das aulas presenciais, foi necessário adaptar a sequência didática do formato remoto para o formato presencial. Nesse trajeto, ora remoto, ora híbrido, ora presencial, a pesquisa passou por mudanças e adaptações necessárias ao ambiente escolar vigente. Enfim, pensando nessa trajetória com os desafios do cenário escolar diante de uma pandemia e das incertezas atuais, neste trabalho propõe-se uma sequência didática que é adaptável a diferentes contextos educacionais, podendo o professor desenvolvê-la no formato presencial ou remoto empregando recursos tecnológicos e aplicativos como o Google Forms, Padlet, entre outros.

### **1.2 Objetivos Gerais**

Este estudo buscou elaborar e analisar uma sequência didática investigativa sobre o tema herança e variabilidade genética voltada para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma sequência didática com abordagem investigativa sobre o tema herança e variabilidade genética.
- Analisar a presença de aspectos investigativos na sequência didática a partir de perguntas da professora desencadeadoras de interações discursivas com os estudantes.
- Organizar a proposta de sequência didática como recurso educacional a ser disponibilizado para professores de ciências e biologia.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Ensino de Ciências por Investigação

Iniciamos essa reflexão tomando como partida a definição de Carvalho (2018) sobre o que é o Ensino por Investigação:

“Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.” (CARVALHO, 2018, p.766)

Sendo assim, o Ensino por Investigação tem por característica a criação de situações-problema que desempenham um papel central em uma atividade investigativa. O problema formulado oportuniza trabalhar a autonomia dos estudantes na busca por respostas para resolver o problema, ainda promove discussões a partir de dados e evidências construídos ao longo da investigação e assim possibilitam aplicar e avaliar teorias científicas (SÁ *et al.*, 2007).

Nesse sentido, o ensino por investigação procura promover aos alunos o reconhecimento do fazer científico. Zômpero e Laburú (2011) descrevem algumas

denominações para essa perspectiva de ensino como *inquiry*, aprendizagem por problemas, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, ensino por investigação. Todas essas abordagens têm em comum o foco no aluno como centro da aprendizagem.

A abordagem de ensino por investigação traz os aspectos do fazer científico para às atividades científicas escolares. Dessa forma, ela prioriza envolvimento dos estudantes no processo de resolução de problemas, não só experimentais, mas também de problemas teóricos, como de situações que envolvem questões científicas, análise de tabelas, figuras e gráficos, além da leitura de textos.

Sasseron *et al.*, (2015) explica que,

“... a sala de aula não é o espaço para que os alunos participem de processos de construção de conhecimento próprios dos cientistas, mas é o local em que travam contato com estes conhecimentos propostos e produzidos pela comunidade científica.”

Mas o que distingue uma atividade investigativa das outras? Sá *et al.*, (2007, p.11) explica que atividades investigativas estabelecem

“... um conjunto de características e circunstâncias que contribuem para que o aluno inicie uma atividade dotada de motivações, inquietações e demandas que vão acabar por conduzi-lo a construção de novos saberes, valores e atitudes.”

Essas características e circunstâncias tratam da construção de um problema, da valorização do debate e da argumentação, meios de obtenção de evidências e formas de aplicar e avaliar as teorias científicas. Assim, Sá *et al.*, (2007) descreve como sendo essas as características de uma atividade investigativa. As inquietações de trazer respostas e soluções para um determinado problema conduzem o estudante a construir o conhecimento, isso é o que diferencia as atividades investigativas das outras.

Por que é importante ensinar ciências por meio de investigação? Munford e Lima (2007) explicam que as contribuições do ensino por investigação na educação básica vêm ao encontro da preocupação de se reconhecer que há um grande distanciamento



entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa. Para compreender melhor a importância do ENCI devemos analisar as tensões existentes entre a Ciência dos cientistas e a Ciência escolar.

Essas “duas ciências” – a escolar e a dos cientistas – têm muito pouco em comum. Esse distanciamento pode ser identificado nos próprios conteúdos estudados. Na escola os conceitos são apresentados de forma abstrata e distanciados do contexto que lhe deram origem. Já os cientistas raciocinam com base em modelos causais, examinando situações para resolver problemas. Desse modo, seria complexo compreender, de fato, um conceito científico desvinculado da investigação de problemas autênticos. Os contextos e objetivos dessas duas Ciências possuem intenções distintas, a Ciência dos cientistas pretende produzir novos conhecimentos por meio do raciocínio científico, enquanto a Ciência na escola objetiva promover aprendizagem de conhecimentos consolidados (MUNFORD E LIMA, 2007).

Não é pretendido na ciência escolar formar cientistas, mas destacamos a importância de aproximar as Ciências praticadas nesses dois campos de saberes para a articulação da natureza da Ciência e de conceitos científicos. É nesse ponto que o ENCI faz a ponte entre a ciência escolar e a ciência do cientista ao reconhecer a Ciência como construção humana. Assim, o ENCI se apresenta como uma proposta que valoriza pequenas ações do aluno no processo de construção do conhecimento científico (SASSERON, 2015).

Carvalho (2013), corrobora com esse entendimento de que o ensino por investigação não tem a pretensão dos alunos se comportarem ou pensarem como cientistas, mas buscar aproximar os alunos da linguagem científica e contribuir para o desenvolvimento da sua ação reflexiva.

Ensinar por meio da investigação, segundo Cunha (2020), é diferente de ensinar sobre a investigação. Não é apenas dominar um conjunto de competências da investigação, mas também desenvolver entendimentos sobre o que é investigar trazendo os aspectos do “fazer ciência” e “aprender sobre ciência”. Nesse sentido, é necessário delinear as características de uma proposta do Ensino por Investigação.

Trivelato e Tonidandel (2015) apresentam elementos importantes para o desenvolvimento de atividades investigativas que estão presentes na construção do conhecimento científico. Esses elementos possibilitam aos estudantes a elaboração de explicações baseadas em evidências construídas a partir da resolução de problemas. São descritos como:

- a) os objetivos da ciência (construção de explicações, desenvolvimento de metodologias, contexto socio cultural e caráter imaginativo);
- b) a dimensão epistemológica (desenvolvimento de hipótese e previsões, utilização de diferentes metodologias de investigação e formas de construção do conhecimento)
- c) a dimensão ontológica (uso de teorias e conceitos, articulação de dados obtidos com apoio conceitual).

Trivelato e Tonidandel (2015) ainda propõem eixos organizadores para uma sequência de ensino por investigação:

- I. A proposição de um problema – No ensino por investigação, é estabelecido um problema para os alunos resolverem, para isso requer o engajamento e o desenvolvimento de estratégias com relativo grau de autonomia. Nesse sentido, é importante os estudantes reconhecerem a questão-problema que orienta a investigação; essa questão não pode estar distante do cotidiano desses estudantes. Dessa forma, o papel do professor tem uma relevância destacada; é ele que, busca o conhecimento prévio, dirigindo o foco de atenção dos alunos, oferecendo condições e produzindo estímulos adequados para a atividade.
- II. O trabalho com dados – A obtenção de dados é fundamental e se trata da característica própria da natureza da ciência. Os dados podem ser diretos ou indiretos, fornecidos ou obtidos a partir de observações qualitativas ou quantitativas. Nesse momento, os alunos precisam de aporte de conceitos para compreender esses dados e assim, estabelecer as relações entre fatos, dados e teorias explicativas. Essa é uma prática própria da natureza da ciência de decidir quais dados são relevantes e quais serão analisados.

- III. O papel das hipóteses – São elaboradas na fase de construção de possíveis soluções para um problema. Os estudantes, ao elaborarem suas hipóteses sobre determinado fenômeno, podem explicitar seus conhecimentos e modelos explicativos sobre o assunto em questão. As hipóteses têm papel importante no desenvolvimento da atividade. Quando o estudante elabora uma possível explicação, colabora com o professor, que acessa as concepções que o estudante tem sobre determinado tema, assim fornece elementos para planejar intervenções necessárias.
- IV. A construção de afirmações – Nesse eixo devem ser construídas as explicações necessárias para compreender e validar os dados obtidos. Para isso, é importante que as explicações sejam apoiadas pelos conhecimentos validados pelo campo conceitual e estabelecer a diferença entre conhecimento científico e senso comum. O âmbito conceitual é substancial para a construção dos conhecimentos no ensino por investigação.
- V. As metodologias de investigação – No ensino por investigação, o professor é um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos. A escolha de situações problemas deve representar desafios que possam ser enfrentados pelos alunos, assim, mediante a interação com os colegas e a mediação do professor, os estudantes participam do processo de construção da aprendizagem de conceitos e procedimentos da ciência.

Carvalho (2013), da mesma forma propõe uma estrutura com elementos essenciais para se trabalhar o ENCI na sala de aula: o problema, o levantamento de hipóteses, o controle de variáveis, a elaboração de explicações e a socialização dos resultados alcançados. É importante organizar momentos de discussão para os estudantes apresentarem suas ideias e entendimentos na resolução do problema. Essa é uma forma de sistematizar o conhecimento construído e a aplicação desse conhecimento do ponto de vista social, ou seja, trazer para essa discussão a relação do problema investigado com questões sociais vivenciados por eles. A autora enfatiza que esses

elementos não se tratam de etapas fixas, mas de um caminho de possibilidades para atividades investigativas.

Até aqui destacamos a definição, os elementos e eixos organizadores do ENCI, mas afinal como trabalhar essa abordagem na sala de aula?

Para trabalhar aulas investigativas, autores como Cunha (2020) e Carvalho (2013) recomendam o desenvolvimento de sequência de ensino. No entanto, essa é uma discussão que Franco e Munford (2020) trazem em sua pesquisa sobre as diferentes formas, níveis de alcance e abertura para desenvolver a abordagem do ensino por investigação. Essa abordagem tem por objetivo gerar oportunidade de vivenciar a construção do conhecimento pelos estudantes. Dessa forma, esse alcance pode ser realizado em uma única aula, em várias aulas ou em sequência inteira, desde que haja o engajamento dos estudantes em práticas envolvidas na construção do conhecimento (FRANCO; MUNFORD, 2020).

Para Franco e Munford (2020), baseado em Duschl (2008), o Ensino por Investigação sempre está em construção em sala de aula e uma forma de desenvolver essa abordagem é articular os domínios “*conceituais, epistêmicos e sociais*” do conhecimento científico. O domínio conceitual está relacionado às explicações científicas sobre o mundo natural como teorias, princípios, leis, ideias. O domínio epistêmico se trata dos critérios que a comunidade científica utiliza para construir o conhecimento “compreenderem as razões, baseadas em evidências, para o conhecimento conceitual e modelos”. O domínio social envolve as formas de construção coletiva do conhecimento, por meio das quais os estudantes tomam decisões juntos e trabalham de forma colaborativa. As articulações desses três domínios podem possibilitar a introdução dos estudantes em uma lógica investigativa.

Nesse sentido, as atividades planejadas pelo professor com a abordagem investigativa podem assumir diferentes configurações e essas variações podem estar relacionadas à natureza da atividade proposta, do espaço a ser utilizado, conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais esperados, o grau de intervenção do professor e de autonomia do estudante (CARNEIRO; FRANCO; MATOS, 2020).

Para a organização das atividades, Carvalho (2013) orienta a elaboração de propostas de modo que o aluno possa passar da ação manipulativa para a ação intelectual. Neste contexto, os conhecimentos prévios do aluno podem se configurar como hipóteses que serão testadas no decorrer da atividade e assim estruturar uma linha de raciocínio para solucionar determinado problema. Esse processo de transição da ação manipulativa para a intelectual, com a mediação do professor, viabiliza os estudantes na construção do conhecimento científico.

As atividades planejadas pelo professor podem ser estruturadas de diversas formas: abertas, semiabertas, fechadas, experimentais, demonstrativas. Essas propostas devem estar ligadas a situações problematizadoras que estimulem o diálogo, a busca de soluções e permitam na relação ciência e contextos à construção de conceitos, ou seja apropriação do conhecimento.

Sá *et al.*, (2007) esclarece que as atividades investigativas podem adquirir diferentes configurações ou tipologias como:

“atividades práticas (experimentais, de campo e de laboratório); atividades teóricas, atividades de simulação em computador; atividades com bancos de dados; atividades de avaliação de evidências; atividades de demonstração; atividades de pesquisa; atividades com filme; elaboração verbal e escrita de desenho de pesquisa, dentre outras.” (SÁ *et al.*, 2007)

Diante de diferentes configurações e estruturas, o que caracteriza o ENCI é a organização de atividades em torno de situações problematizadoras. Para propor o problema, Carvalho (2013) descreve diferentes tipos de problemas, como não experimentais, experimentais e demonstrações investigativas. Ao propor qualquer tipo de problema é importante um bom planejamento para trazer algo interessante pautado em referenciais teóricos e contextualizado com o conhecimento prévio do aluno.

Trabalhar com o ENCI envolve a importância da problematização, pois é a principal característica da abordagem investigativa. Sasseron (2015) chama atenção para isso, porque se trata do caminho percorrido para se obter a resposta, mas que não se encerra em si mesma. Sá *et al.*, (2007) justifica que a situação problematizadora desempenha um papel central porque orienta e acompanha todo o processo da atividade investigativa.

Sedano e Carvalho (2017) também afirmam a importância da problematização, bem como da discussão do processo investigativo com os pares, do registro do processo quanto dos resultados, da relação da pesquisa com a realidade cotidiana e da socialização dos resultados.

A atividade investigativa na perspectiva do ENCI precisa levar o aluno a refletir, discutir, relatar, explicar, interagir e sistematizar o conhecimento construído. O levantamento de hipótese é uma etapa para os alunos acessarem os conhecimentos prévios, na busca de respostas. É nessa fase que os alunos testam suas ideias para validar suas respostas, passando do conhecimento espontâneo para a construção do conhecimento científico. Dessa forma, o erro torna-se um elemento importante nessa construção (CARVALHO, 2013).

Outro aspecto importante do ENCI é a importância do protagonismo dos alunos, reconhecendo o seu papel intelectual e ativo, a sua aprendizagem para além dos conteúdos conceituais e a aprendizagem para a mudança social. Bem como o papel do professor em incentivar o diálogo, a convivência, o compartilhamento de ideias. É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que permitirão o alcance dos conhecimentos prévios (CUNHA 2020).

Carvalho (2013) destaca a atuação do professor como mediador na sistematização dos dados. Por meio de questionamentos envolvendo o porquê? E o como? O professor vai extraindo informações que os alunos conseguiram construir em grupo, levando-os a superar a ação manipulativa, chegando à ação intelectual.

O docente nessa abordagem tem o atributo de promover oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas, para isso deverá saber conduzir perguntas, estimular, propor desafios e estabelecer métodos de trabalho colaborativo (CUNHA 2020). O professor, segundo Olenka (2019), deve ser o facilitador desse processo no sentido de fazer com que as perguntas sejam compreendidas para permitir uma dimensão discursiva. Enfim, favorecer a liberdade intelectual dos alunos, articulando os diversos momentos da investigação.

Diante do papel do professor, como propositor da investigação, e dos alunos, como participantes ativos, quais os efeitos dessa abordagem na aprendizagem desses alunos?

O ENCI pode trazer para os alunos uma compreensão de que o conhecimento pode ser construído por eles, que há espaço para expor suas ideias e opiniões, verbalizarem conceitos aprendidos, investigar, problematizar. Proporciona aos alunos, a compreensão da ciência como parte da sua história e não um apanhado de conceitos já construídos que precisa ser assimilado e reproduzido (CUNHA, 2020).

Quando os estudantes têm oportunidade de construir um argumento por eles mesmos, relacionando dados, fatos, afirmações e justificativas, fazendo escolhas que possam convencer seus colegas, esse tipo de argumento é importante para o ensino de ciências, seja do ponto de vista conceitual, a partir do domínio da linguagem científica, quanto do ponto de vista epistemológico, compreendendo sua construção social (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Os produtos das Ciências e suas tecnologias estão presentes em nosso cotidiano, por isso se faz importante o entendimento das dimensões conceitual, social e epistêmica das Ciências. Diante disso, a inserção de atividades investigativas no contexto do ENCI pode promover o engajamento e a motivação dos estudantes para a formação de cidadãos críticos, autônomos, capazes de tomar decisões e transformar a sua realidade.

Dessa forma, o ENCI possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências na construção do conhecimento científico, e pode ser voltado à cidadania, que auxilia os sujeitos nas tarefas do seu cotidiano, como, por exemplo, na compreensão de uma bula de remédio, manuais, textos técnicos, consertos de aparelhos elétricos, além de propor a compreensão da natureza da Ciência (CUNHA, 2020).

Nesse sentido, as produções acadêmicas manifestam preocupação com o processo de ensino-aprendizagem e a superação de visões deformadas sobre a ciência. Cunha (2020) em seu estudo sobre o Ensino por Investigação levanta um número significativo de trabalhos que discutem sobre as práticas presentes nas salas de aulas, e que se

dedicam a construir propostas didáticas que buscam potencializar o ensino e a aprendizagem em Ciências.

Ainda Cunha (2020), em sua análise de produções acadêmicas sobre o ENCI, publicadas no período de 2008 a 2018, mostra que essa abordagem possibilitou a aproximação entre cultura científica e a cultura escolar por meio de atividades investigativas. Essas atividades dialogam com os pressupostos da Alfabetização Científica, e a proposição de um ensino que objetiva a formação cidadã dos sujeitos.

O Ensino por investigação não é apenas uma maneira de ensinar, mas uma abordagem fundamentada no protagonismo do aluno. Dessa forma,

“... o estudante é colocado frente a uma situação para a qual ele deve fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em uma situação semelhante. Por isso, o estudante é levado a delinear o problema, transformando-o em um problema suscetível à investigação.” (SÁ *et al.*, 2007)

Diante disso, o ENCI se apresenta nessa pesquisa como uma abordagem potencializadora para a organização de aulas motivadoras e mais interessantes que favoreçam momentos de interações e discussões ao invés da exposição de conteúdos, e que permitam caminhos possíveis para um ensino menos conteudista e mais contextualizado.

Achamos oportuno trazer para esse estudo, de forma sucinta, as orientações da Base Nacional Comum Curricular para o currículo de Ciências no que tange a abordagem investigativa. A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

Esse documento propõe organizar situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e que estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos. Nesse aspecto o ENCI dialoga diretamente com esse objetivo, uma vez que as atividades investigativas possibilitam definir problemas, levantar, analisar e representar resultados, comunicar e socializar conclusões.



A compreensão da Ciências da Natureza como empreendimento humano, cultural e histórico da ciência é um viés importante da Base que também dialoga com o ENCI. Reconhecer a ciência como parte da história dos alunos, bem como desenvolver a ação pessoal e coletiva são habilidades que o documento da Base traz e que potencializam o Ensino por Investigação durante a realização das atividades propostas pelo professor.

A BNCC evidencia que:

“... o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.” (BRASIL, 2017)

Sasseron (2018), em sua análise do documento, se preocupa em esclarecer que a definição do processo investigativo na Base pode subentender que seja o estudante o responsável pelo desenvolvimento da reflexão, ou seja, o aparecimento espontâneo da visão crítica e reflexiva, que é contraditória a abordagem do ensino por investigação. Para a autora, tanto a visão crítica e a reflexão são elementos construídos no processo investigativo.

O documento da Base orienta as habilidades pretendidas ao longo das aprendizagens. Algumas dessas habilidades articulam com os pressupostos do ENCI ao desenvolver a capacidade do aluno, a partir da investigação, de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas. Ainda, capacitá-los a argumentar com base em fatos e informações confiáveis para defender ideias, e a partir disso criar soluções.

No entanto, Sasseron (2018) revela a baixa ênfase, no documento, nas ações voltadas a definição de problemas e a intervenção e o maior número de ações voltado as modalidades “levantamento, análise e representação”. O trabalho e a frequência de tais modalidades nas aulas está sob responsabilidade mais direta do professor da turma, no entanto essa baixa ênfase, na Base, voltada a definição de problemas evidencia uma visão de ensino mais direcionado aos conhecimentos conceituais da ciência.

Não é pretendido nesse estudo concordar ou contestar o documento da Base, mas refletir sobre o seu potencial no Ensino por Investigação. Entendemos que a BNCC propõe o desenvolvimento de habilidades de forma mais instrumental, que pode vir a diminuir a eficiência das ações durante a investigação. Desse modo, Sasseron (2018) conclui a sua análise apontando:

“... a necessidade de atenção ao desenvolvimento das práticas científicas e epistêmicas, bem como das modalidades de ação investigativas, como forma de garantir que o ensino de Ciências da Natureza aborde mais do que apenas fatos das ciências, contribuindo para a ampliação do conhecimento dos estudantes sobre a área, suas atividades e as relações que as mesmas têm com a sociedade além de poder promover o desenvolvimento de autonomia intelectual dos alunos.” (SASSERON, 2018 p. 1081).

## 2.2 A Genética no Ensino Fundamental

A genética no documento da Base Nacional Comum Curricular é iniciada no nono ano do Ensino Fundamental na unidade temática “Vida e Evolução”. Outros assuntos correlacionados foram encontrados no sexto ano, como o estudo da célula, mas sem aprofundamento sobre o material genético, apenas a apresentação da molécula de DNA. Dessa forma, o tema sobre genética é abordado especificamente no último ano do ensino fundamental.

Diante disso, o documento da base traz na unidade temática “Vida e Evolução” as habilidades a serem trabalhadas na sala de aula. Destacamos neste tópico as habilidades propostas pela BNCC que dialogam com o ensino de genética:

- (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
- (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
- (EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Nesta unidade temática, “Vida e Evolução”, as habilidades pretendidas propõem compreender o papel dos gametas na transmissão de informações genéticas, reconhecer as características como hereditárias para estabelecer relações entre ancestrais e descendentes. Diante disso, consideramos importante a apresentação dos conceitos básicos sobre a estrutura do material genético como os cromossomos, DNA e os genes. O professor, nesse sentido, pode realizar propostas para sala de aula que trabalhe a transmissão de características hereditárias entre pais e filhos e trazer situações contextualizadas mais próximas desses estudantes.

O objetivo dessa seção foi selecionar algumas publicações sobre o tema genética no Ensino Fundamental e analisar como os autores desenvolveram o ensino de genética na sala de aula. Destacamos que essa análise não pretende levantar os problemas e as dificuldades no ensino/aprendizagem de genética na sala de aula, como é evidenciado em grande parte dessas publicações. A finalidade desta leitura foi entender como os autores desenvolveram temas ligados à genética com os estudantes do Ensino Fundamental, quais estratégias, ferramentas e abordagens foram exploradas por esses autores.

Desse modo, fizemos um levantamento de publicações sobre o tema genética no Ensino Fundamental. Recorremos a plataforma Google Acadêmico e ao portal de periódicos da Capes com o filtro “Genética no Ensino Fundamental” e “Hereditariedade/herança genética no Ensino Fundamental”. Desse levantamento selecionamos sete publicações que apresentamos a seguir:

1 - Show da Genética: Um jogo interativo para o ensino de genética (MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS, 2008)

Publicado em 2008, esse estudo faz parte do Programa de Extensão Universitária “Difundindo e Popularizando a Ciência” do Instituto de Biociências da UNESP que desenvolveu um jogo no aplicativo PowerPoint do Windows. Se trata de um jogo inspirado no programa “Show do Milhão” com perguntas e opções de resposta para o jogador selecionar. Nessa interação, o jogador pode escolher o nível de dificuldade (fácil/difícil) e pedir ajuda ao professor ou a um colega que poderá fornecer uma dica que facilite a compreensão da pergunta. Os participantes têm o direito de pedir ajuda

do professor uma única vez durante a partida e de três colegas por partida, e um tempo pré-determinado para responder as questões (90 segundos).

É um jogo que se apropria de ferramentas tecnológicas, portanto necessita de equipamentos adequados, computador ou de um smartphone. As perguntas elaboradas nesse jogo são do tipo objetivas com uma opção de resposta correta, no módulo fácil abrange conceitos de Genética Clássica e Estrutural, e o difícil, conceitos de Genética Molecular. A ferramenta permite ao professor alterar as perguntas e respostas de acordo com o seu planejamento de aula.

Nessa primeira análise, esse estudo mostra um jogo que foi construído, mas não aplicado em sala de aula, portanto não traz resultados e discussões dessa ferramenta. Pela sua estrutura, infere-se que o jogo traz questões mais direcionadas ao campo conceitual e por ter o tempo de resposta cronometrado atua no sentido da memorização do estudante.

2- Uma prova de amor: o uso do cinema como proposta pedagógica para contextualizar ensino de genética no ensino fundamental (RUI *et al.*, 2013)

Esse trabalho foi um estudo de caso baseada no uso do filme "Uma prova de amor", para ensinar conteúdos de genética básica dentro de uma perspectiva CTSA em uma turma de 8º ano de uma escola pública. Foi desenvolvido uma sequência didática com três momentos, a exibição do filme, discussão sobre o filme e a realização de um júri simulado.

Os resultados desse estudo apontam que os alunos se apropriaram de conceitos relativos à genética se mostrando capazes de promover uma discussão do papel da ciência na sociedade com reflexões críticas pautadas nos valores sociais vigentes. O filme retrata um casal e sua filha com leucemia; o médico sugere aos pais gerar um filho de proveta que seja um doador compatível com a filha doente, o casal aceita a proposta. No entanto, a filha de proveta, passa por vários procedimentos para salvar a irmã doente, e ao completar 11 anos decide enfrentar os pais e lutar na justiça por sua emancipação médica.

O tema desse trabalho gira em torno de uma doença que ocorre com a translocação cromossômica e a manipulação genética para gerar um doador compatível. O estudo traz para o júri simulado um contexto real, o primeiro bebê projetado brasileiro, concebida para ser doadora de medula óssea para a irmã que sofre de Talassemia aguda. As discussões são baseadas nas possibilidades reais de cura de doenças alcançadas com a engenharia genética, assim como as suas implicações éticas.

Analisando esse estudo percebe-se um trabalho de contextualização que se inicia com o filme e, em seguida, a proposição de um problema que será resolvido em um júri simulado. Esse movimento possibilitou o professor desenvolver e articular o domínio conceitual e social do tema na sala de aula.

3 - O Ensino experimental de Ciências: Abordando o tema Hereditariedade com alunos do oitavo ano (VON HELD; FREITAS; POMPILHO, 2016)

O estudo descreve a importância de aulas práticas associadas às aulas teóricas. Dessa forma aplicaram um questionário com questões abertas em duas turmas de 8º ano, sendo que somente uma das turmas participou de aulas práticas com o tema hereditariedade. O texto não apresenta qual foi a prática desenvolvida pelos estudantes, apenas cita que houve uma prática e, em seguida, fazem uma comparação das respostas do questionário das duas turmas de 8º ano.

Analisando as perguntas do questionário “De que é constituído o DNA”, “Quantos cromossomos tem a espécie humana?”, “Em qual parte do corpo os cromossomos estão localizados?” percebe-se um ensino mais pragmático e conceitual. No entanto, o texto traz para a discussão a importância de o estudante vivenciar o método científico, ou seja, a parte epistêmica da ciência, o que não foi evidenciado nesse estudo.

4 - Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental (CIRNE; COSTA, 2015)

Esse estudo avaliou as dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino fundamental sobre conceitos de genética com os temas “células, cromossomos,

genes, DNA e hereditariedade”. Para isso, a autora utilizou a produção de desenhos e um questionário com questões abertas e fechadas realizadas pelos estudantes como instrumento de diagnóstico.

A autora discute nos resultados as concepções alternativas dos estudantes como um conhecimento mais pragmático e algumas lacunas no entendimento sobre material genético. A análise desse artigo evidencia uma preocupação com o desenvolvimento dos conceitos do que sua aplicabilidade.

5 - Aplicação de material didático para o ensino do teste de paternidade em turmas do ensino fundamental regular (SANTOS, 2017)

Esse estudo aplicou uma atividade prática retirada da revista Transmissão da Vida Ética e manipulação gênica - Os fundamentos da hereditariedade da UNICAMP, em duas turmas de 8º ano. Essa prática utilizou o contexto do teste de paternidade para descobrir o verdadeiro pai, os estudantes preencheram uma tabela com as bases nitrogenadas e cortes nas enzimas de restrição simulando o sistema utilizado por laboratórios que realizam o teste de paternidade, a eletroforese.

Na análise desse estudo percebe-se um desenvolvimento dos campos conceitual e epistêmico, mas não se evidencia a sistematização da aprendizagem construída pelo estudante. Apenas “você conseguiu identificar quem é o verdadeiro pai”, deixando de ampliar a discussão para outros contextos e trazer uma reflexão em torno da resolução do problema.

6 - Genética no Ensino Fundamental: representações didáticas na aprendizagem do mendelismo (DA SILVA; DA SILVA, 2020)

Esse estudo analisou a aplicação de botões de costura como representações didáticas para aprendizagem de conceitos de genética no 9º ano do ensino fundamental. Os resultados do estudo mostraram que o uso de botões como representações didáticas permitiu desenvolver os conceitos e aplicações de alelos, fenótipo, genótipo e monoidrismo de forma mais prática e auxiliou no entendimento sobre a hereditariedade e estabelecer raciocínios matemáticos sobre a primeira lei de

Mendel. Nesse sentido, essa pesquisa trabalhou principalmente o campo conceitual da genética.

#### 7 - Mapas conceituais aplicáveis ao ensino de genética (DA SILVA *et al*; 2020)

Esse estudo elaborou mapas conceituais sobre o material genético como instrumento facilitador no processo de ensino aprendizagem. Os mapas trazem uma leitura fluida e compreensiva interligando conceitos abordados por proposições. Dessa forma, o estudante pode se direcionar de forma global para depois buscar um estudo mais detalhado e específico. Percebe-se novamente, uma pesquisa situada no campo conceitual do ensino de genética.

As publicações que contemplam o tema de genética no Ensino Fundamental são em menor porção comparando com as publicações do mesmo tema no Ensino Médio. Mesmo em menor porção, as publicações no Ensino Fundamental são ascendentes, sendo possível encontrar artigos mais recentes publicados em 2020.

Foi possível constatar na análise dos sete artigos selecionados para esta seção que são diversas as propostas para trabalhar a genética na sala de aula. Jogos, representações didáticas, atividades práticas, filmes e mapas esquemáticos são algumas dessas estratégias identificadas aqui. Mas o ponto que se faz substancial nessa análise é identificar quais foram os objetivos de aprendizagem para tais estratégias? As publicações analisadas evidenciaram uma maior concentração desses objetivos no desenvolvimento do domínio conceitual, e poucas foram as estratégias que possibilitavam aos estudantes o desenvolvimento do campo epistêmico e social do conhecimento científico.

Os objetivos conceituais apresentam-se em maior frequência no ensino de Ciências. Os currículos de ciências, em geral, também apresentam o campo conceitual como eixo central. Compreender e usar formas científicas de explicar o mundo natural é a função social do ensino de ciências. Desse modo, é necessário gerar oportunidade para os estudantes vivenciarem os critérios para construção do conhecimento e alcançar as explicações científicas no campo conceitual, é importante que esse

conhecimento seja compartilhado, debatido para uma construção coletiva desse conhecimento (FRANCO; MUNFORD, 2020).

No entanto, as práticas científicas, por sua vez, envolvem os estudantes em processos de construção do conhecimento, mas nem sempre geram oportunidades para a aprendizagem conceitual. Franco e Munford (2020) propõem um planejamento a partir de um equilíbrio entre os objetivos de aprendizagem conceituais, epistêmicos e sociais do conhecimento científico.

Diante desses desafios, o Ensino de Ciências por Investigação apresenta uma abordagem com potencial para promover um trabalho integrado entre os três domínios do conhecimento científico, mesmo dando maior ou menor destaque a um determinado domínio, todos devem ser desenvolvidos, bem como relações entre eles ao longo de uma investigação.

### **2.3 As interações na sala de aula e o Ensino por Investigação**

Este tópico trata de interações discursivas que podem emergir na sala de aula de ciências entre professores e alunos. Temos como foco as formas pelas quais perguntas do/a professor/a podem contribuir para a interação com alunos durante o desenvolvimento de propostas de ensino por investigação.

A construção de significados, o processo de conceitualização pelos indivíduos acontecem na interação social e são vistos como polissêmicos, portanto, apresentam vários sentidos. Nas aulas de ciências também ocorre a construção de significados a partir de interações, que não pretendem substituir as antigas concepções dos estudantes, mas de negociar novos significados num espaço coletivo com diferentes perspectivas culturais (MORTIMER; SCOTT, 2002)

Dessa forma, o professor ao promover momentos de interações dentro do tema que está desenvolvendo em sala de aula, cria oportunidade de construção de significados pelos estudantes. Mas, precisamos entender como essas interações acontecem e de que forma elas podem ser mais ou menos efetivas na construção do conhecimento.



As aulas de ciências são momentos de múltiplas informações e o discurso do professor se torna uma ferramenta essencial. Nesse sentido, o professor pode fazer perguntas que incentivem os estudantes a pensar e apresentar suas ideias e pontos de vista. Suas ações discursivas são pontos de partida importantes para oportunizar interações na sala de aula.

Mortimer e Scott (2002), em sua pesquisa, analisaram formas de potencializar a ação discursiva em sala de aula e elaboraram uma ferramenta de análise que traz cinco categorias do discurso: as intenções do professor, conteúdo do discurso, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e a intervenção do professor.

De forma mais objetiva vamos comentar duas dessas categorias, as intenções do professor e os padrões de interação, que se aproximam do nosso objetivo nessa pesquisa, que observa a contribuição das perguntas do professor para o desenvolvimento do ensino por investigação. O quadro 2 mostra a categoria “intenções do professor” com seus objetivos de ensino, que para Mortimer e Scott (2002) viabiliza a abordagem discursiva para produção de significados nas aulas de Ciências.

Quadro 2 - As intenções do professor (MORTIMER; SCOTT, 2002)

<b>INTENÇÕES DO PROFESSOR</b>	<b>OBJETIVO</b>
Criando um problema	Engajar os estudantes, intelectual e emocional, no desenvolvimento da estória científica.
Explorando a visão dos estudantes	Explorar visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos.
Introduzindo e desenvolvendo a estória científica	Disponibilizar ideias científicas.
Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas	Dar oportunidade aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos ou com toda classe. Dar suporte para produzirem significados individuais.

Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas	Aplicar as ideias científicas a outros contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade pelo uso dessas ideias.
Sustentando o desenvolvimento da estória científica	Prover comentários sobre o desenrolar da estória científica e entender a relação com o currículo de ciências.

Mortimer e Scott (2002) estabelecem as intenções do professor para nortear as interações com os alunos. Essas intenções visam o desenvolvimento da estória científica no plano social da sala de aula e foram derivadas de outros aspectos da teoria sociocultural e da própria experiência dos autores como pesquisadores da sala de aula.

O quadro 2 revela uma proximidade com os objetivos do ensino por investigação, já que destaca nas categorias intenção e objetivos do professor, aspectos que envolvem uma construção conjunta com estudantes do conhecimento científico, partindo da elaboração de um problema, envolvendo a formulação de explicações, aplicação a novos contextos e desenvolvimento da estória científica. O ENCI possui etapas que partem desde a ação discursiva até ações práticas ou experimentais. Assim, as interações discursivas tem um papel fundamental para a ocorrência da construção do conhecimento científico. Machado e Sasseron (2012), fornecem um desenho da forma como a ação discursiva do professor se relaciona com o ensino investigativo, veja o quadro 3.

Quadro 3 – As intenções do professor e as etapas do ciclo argumentativo em aulas investigativas (MACHADO; SASSERON, 2012)

Intenções do professor (MORTIMER; SCOTT, 2002)	Aspectos do Ciclo argumentativo (SASSERON; CARVALHO, 2011)
Criando um problema Explorando a visão dos estudantes	
Introduzindo e desenvolvendo a 'estória científica'	Indicadores relacionados com a obtenção de dados e delimitação de variáveis. Indicadores relacionados ao trabalho com os dados empíricos.
Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas e dando suporte ao processo de internalização.	Indicadores de relação entre variáveis e informações
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Indicadores de apropriação de ideias em caráter científico.
Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da 'estória científica'	

A ação do professor é responsável por construir as atividades e instigar a aprendizagem dos estudantes. Porém, essa ação não se restringe somente às perguntas do professor, já que os alunos também desempenham um papel importante ao perguntar e podem interferir na aprendizagem uns dos outros (MACHADO; SASSERON, 2012).

Até aqui, apresentamos as características e os objetivos do Ensino por Investigação, a importância da ação discursiva nessa abordagem, e a sua articulação com a Base Nacional Comum Curricular. Apresentamos também, considerações de como algumas pesquisas têm desenvolvido o tema de Genética no Ensino Fundamental. Dessa forma, iniciaremos as etapas do percurso metodológico da pesquisa.

### 3. Metodologia

Esta pesquisa constituiu-se de um estudo qualitativo que buscou desenvolver uma sequência didática utilizando a abordagem do Ensino por Investigação. O estudo consistiu na elaboração e na análise de uma sequência didática de caráter investigativo para estudantes do 9º ano do ensino fundamental para trabalhar o tema herança e variabilidade genética.

Para Kripka e colaboradores (2015), a pesquisa qualitativa se caracteriza por compreender um fenômeno em seu ambiente natural. Esse tipo de pesquisa

apresenta diversas contribuições quando realizada no ambiente escolar por oportunizar o estudo da experiência humana, nas interações e construções de sentidos (OLIVEIRA, 2008).

Nesse sentido, o investigador tem o seu interesse mais voltado para o processo do que para produto e percorre caminhos diversos, por isso utiliza variedades de procedimentos e instrumentos de constituição e análise de dados.

Os dados desta pesquisa foram construídos em novembro de 2021 em uma escola municipal situada na cidade de Ibitaré/MG. Esta escola atende, no turno da manhã, o Ensino Fundamental II e, no turno da tarde, o Ensino Fundamental I. O Fundamental II dessa escola é composto de quatro turmas de 6º anos, três turmas de 7º anos, três turmas de 8º anos e três turmas de 9º anos. Sua estrutura é pequena, possui uma quadra de esportes, uma biblioteca, uma sala de informática, dois banheiros feminino e masculino, refeitório, e o setor administrativo. Fica em uma região do município de Ibitaré, é uma escola bem assistida pela prefeitura e seus profissionais. Os estudantes têm acesso a todos os recursos escolares, a secretaria de educação do município disponibiliza uniforme, calçado, mochila, materiais escolares. Antes do início das aulas os estudantes têm o café da manhã e as 9 horas a merenda, preparada com carboidratos e proteínas.

Nesse período, eu, professora e pesquisadora, trabalhava nessa escola com as turmas de sexto ano, por isso solicitei autorização e licença à professora de Ciências, regente do nono ano, para desenvolver a sequência didática em uma de suas turmas. Para isso, tanto os estudantes, que são menores de idade, quanto seus pais, autorizaram a realização da pesquisa através do preenchimento do “Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Menor (TALE)” e “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)”, conforme as normas estipuladas pelo Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) da UFMG.

A sequência didática foi desenvolvida em três aulas, em dias alternados, sendo que para cada dia foi apresentada uma pergunta problematizadora de forma a engajar os estudantes nas discussões. Em seguida, para cada problematização, foi disponibilizado um material com uma proposta para ser desenvolvida em grupo embasada na pergunta problematizadora.

Nesse período de realização da sequência didática, a escola passava por uma transição do ensino híbrido para o ensino presencial, o que gerou certa instabilidade de estudantes presentes. Nessa transição o protocolo previa a retomada obrigatória desses estudantes para sala de aula, no entanto aqueles com comorbidades ou situações que pudessem causar riscos ou algum tipo de fragilidade, poderiam realizar os estudos em casa.

A prefeitura de Ibirité, mesmo diante da resolução do Estado de Minas Gerais para volta as aulas presenciais, manteve a retomada por adesão permanecendo obrigatória a realização e entrega dos blocos de atividades. Cada disciplina elaborava seu material com textos e atividades, seguindo as orientações de currículo da Secretaria de Educação de Ibirité. Esse material foi disponibilizado para os estudantes semanalmente na forma de blocos. Diante disso, os familiares buscavam os blocos de atividades na escola e os devolviam em um prazo determinado pela direção escolar.

Devido a essa situação, as salas de aulas não estavam com a sua totalidade de estudantes presentes. Com isso, as atividades da pesquisa foram desenvolvidas em uma turma de 9º ano, com 12 alunos presentes. Diante desse número de estudantes, consideramos uma boa estratégia estabelecer dois grupos de trabalho: grupo A e B.

### **3.1 Descrição da Sequência Didática**

Para essa sequência didática foram elaboradas três aulas com seus respectivos materiais. Para cada material foram produzidas atividades empregando perguntas problematizadoras no intuito de viabilizar o Ensino por Investigação e o engajamento dos estudantes no grupo de trabalho. A seguir, apresento o quadro 4 com a descrição da sequência didática que mostra a quantidade de aulas, a pergunta problematizadora e a proposta de atividade. O quadro 4 também descreve os objetivos do ensino como também os objetivos da aprendizagem relacionados a proposta de cada aula. Em seguida, detalharemos o contexto dessas aulas bem como os materiais envolvidos.

Quadro 4 – Descrição da Sequência Didática da Pesquisa  
Quadro elaborado pela autora

AULA	PROPOSTA		OBJETIVOS	
	PERGUNTA PROBLEMATIZADORA	ATIVIDADE	ENSINO	APRENDIZAGEM
1	Por que irmãos podem ser diferentes se recebem o material genético dos mesmos pais?	Investigando Scoisópolis (Material 1 - Apêndice 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Levantar conhecimento prévio dos estudantes sobre hereditariedade.</li> <li>*Trabalhar a divisão dos cromossomos na produção dos gametas.</li> <li>*Apresentar como são transmitidas as informações genéticas de pais para filhos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Formular e defender ideias.</li> <li>*Analisar e comparar dados da tabela.</li> <li>*Construir explicações a partir de dados e informações.</li> <li>*Compartilhar resultados.</li> <li>*Agir coletivamente.</li> <li>*Reconhecer a diferença entre genótipo e fenótipo.</li> </ul>
2	É possível existir pessoas iguais?	Semelhanças e diferenças (Material 2 - Apêndice 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Disponibilizar conceitos científicos sobre os cromossomos, DNA, genes, genótipo e fenótipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Atuar na busca de respostas para suas incompreensões.</li> <li>*Elaborar explicações com base nos dados e informações.</li> <li>*Compreender que os genes são responsáveis pelas variações expressadas pelo fenótipo.</li> </ul>
3	É importante sermos diferentes geneticamente?	Variabilidade genética (Material 3 - Apêndice 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Demonstrar os mecanismos geradores de variações nas características em seres vivos.</li> <li>*Desenvolver ação reflexiva sobre a importância das variações entre os seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Identificar a importância das variações genéticas entre os seres vivos.</li> <li>* Refletir, discutir e sistematizar o conhecimento construído.</li> </ul>

### 3.1.1 Aula 1

Para a aula 1 foi utilizado o material “Investigando Scoisópolis”, adaptado de uma proposta publicada em um artigo da Revista Genética na Escola<sup>1</sup> (LOVAGLIO; ASSÊNCIO, 2019), disponível no apêndice 1.

Nessa prática são apresentados personagens fictícios - joaninhas - com suas características, e uma problematização: quem é irmão de quem? Essa proposta busca trabalhar mecanismos genéticos geradores da variabilidade de características em seres vivos propondo aos estudantes as noções de diversidades contidas nos fenótipos e genótipos dos personagens fictícios. Dessa forma, os autores propõem a reflexão “de onde vêm as semelhanças entre pessoas de uma mesma família? E, por que elas não são todas iguais?

A atividade desse material, em nossa perspectiva, segue a abordagem do Ensino por Investigação a partir de uma pergunta problematizadora “Quem é irmão de quem?”. Para descobrir a resposta, os estudantes devem organizar as informações e elaborar possíveis explicações a partir de dados obtidos pela atividade.

Para essa pesquisa, foi acrescentado no material “Investigando Scoisópolis” duas tabelas para os estudantes preencherem sobre as informações fornecidas sobre os personagens e contribuir para o processo de comparação e análise dos dados durante a prática. Outra adaptação foi a inserção da pergunta “Por que irmãos podem ser diferentes se recebem o material genético dos mesmos pais?”, o intuito da pergunta foi possibilitar a busca de dados sobre a produção dos gametas pelos estudantes. Essas adaptações buscaram engajar os estudantes nas discussões, para argumentarem com base em dados e informações, formularem hipóteses e elaborarem explicações para a problematização proposta.

---

<sup>1</sup> Revista Genética na Escola – Artigo: Investigando Scoisópolis. p. 54, (LOVAGLIO; ASSÊNCIO, 2019).

O material conta a história de uma cidade e seus personagens com imagens ilustrativas de como eles são. A partir dessas imagens os estudantes têm o desafio de descobrir quem são irmãos. Para esse desafio a atividade apresenta as carteirinhas de identificação de cada personagem com o conjunto de fatores responsáveis pelas características físicas de cada um. Essas informações servirão de subsídio para os estudantes descobrirem quem são irmãos.

Além disso, o material original, disponível no apêndice 2, oferece como aprofundamento uma prática para criar um novo personagem através da junção de cromossomos dos gametas feminino e masculino, associando esses fatores as características do novo personagem. Dessa forma, a atividade “Reprodução de um casal de Scoisos” foi utilizada nesse estudo para trabalhar a herança genética e como as características são passadas de uma geração para outra a partir dos cromossomos parentais.

### **3.1.2 Aula 2**

Para aula 2 foi construído um material sobre as semelhanças e diferenças entre as pessoas destacando fatos acerca das diferenças e semelhanças entre gêmeos e sócias, disponível no apêndice 3. Esse material apresenta uma sequência de pequenos textos seguidos de perguntas sobre as semelhanças dos sócias e as diferenças entre gêmeos.

Em sua primeira versão, esse material foi elaborado no aplicativo do Google formulário para o ensino remoto. Os estudantes durante a navegação dos textos acessariam perguntas e, de acordo com a opção de resposta escolhida seriam conduzidos por distintos caminhos. Com o retorno do ensino presencial, a proposta foi desenvolvida em sala de aula, e o formulário foi reorganizado de modo que a sequência de pequenos textos seguidos de perguntas fosse apresentada para os estudantes debaterem e registrarem as ideias com seu grupo. A seguir, detalharemos a atividade nos dois formatos.

No formato de Google formulário, ao clicar no link, o aplicativo conduz para primeira tela que apresenta um texto sobre a genética em nossa vida desde a formação do embrião até o que somos hoje. Em seguida, disponibiliza a primeira



pergunta: O que é DNA para você? Para essa pergunta, a resposta é aberta, assim o aluno responde conforme suas ideias. Ao término da resposta o aluno é guiado para outro texto que fala resumidamente sobre as células e o material genético.

Ao final desse texto aparece outra pergunta: “É possível existir pessoas iguais?”. Se o estudante optar pela resposta “Sim” é conduzido para o texto sobre as diferenças encontradas em gêmeos monozigóticos. Após o registro da resposta, os estudantes acessam outro texto “Mas e se gêmeos não fossem exatamente iguais geneticamente?”.

Se o estudante marcar a opção “Não” é direcionado para outro caminho com texto sobre as semelhanças entre pessoas sem nenhum grau de parentesco, os sócias. Após o registro da resposta, aparece o texto “Como podemos entender as semelhanças entre os sócias? O que dizem os especialistas?”.

Esses textos trazem mais informações sobre a questão discutida entre eles, de forma a possibilitar a organização das ideias pelo grupo. Desse modo, esse material viabiliza discussões sobre fenótipo e genótipo a partir das semelhanças e diferenças entre as pessoas.

Essa primeira versão foi elaborada para o ensino remoto e seria uma atividade individual. Com a mudança nos protocolos sanitários e com a retomada do ensino presencial, essa atividade foi ajustada para sala de aula na forma de uma apostila, disponível no apêndice 3, para ser desenvolvida em grupo. Optamos por trabalhar essa apostila em grupo para oportunizar diálogos e discussões entre os estudantes de modo a potencializar os aspectos investigativos da proposta.

Nesse sentido, as questões que eram de múltipla escolha tornaram abertas e novas perguntas foram acrescentadas na atividade para os estudantes discutirem e refletirem sobre os textos propostos. As perguntas: “Irmãos gêmeos possuem o mesmo material genético? Por quê?” e “Os sócias apesar das semelhanças não possuem grau de parentesco, sendo assim como o grupo entende essas semelhanças em relação ao material genético?” foram introduzidas na apostila

para a versão presencial. O intuito dessa adaptação foi levantar problematizações que engajassem os estudantes nas discussões sobre a especificidade do material genético de cada pessoa.

### **3.1.3 Aula 3**

O material referente a aula 3 foi elaborado para o ensino presencial, também no formato de apostila a ser desenvolvido em grupo. Essa atividade, disponível no apêndice 4, apresenta uma história fictícia sobre duas fazendas, uma com plantação para subsistência familiar e a outra com cultivo de milho em larga escala para exportação. A história mostra como as duas fazendas manipulam as sementes e o seu plantio.

Nesse contexto, a atividade traz uma situação sobre uma doença acometida na plantação de milho e os seus efeitos nas duas fazendas. Com a pergunta: “Por que todas as espigas de milho da fazenda modelo ficaram acometidas pela doença e na plantação do Joaquim apenas algumas espigas ficaram doentes?” Os estudantes deverão levantar hipóteses e elaborar possíveis explicações para o problema.

Para o fechamento da atividade de modo a sistematizar o conhecimento construído a pergunta: “É importante sermos diferentes geneticamente?”, pretende trabalhar reflexões sobre as variações genéticas a partir de uma contextualização diferente da abordada nas aulas anteriores. A proposta traz para a discussão as variações no material genético de uma planta, expandindo a reflexão da variabilidade genética a outros grupos de seres vivos.

## **3.2 Coleta e tratamento dos dados**

Para a coleta de dados foi realizada a gravação de áudios durante as aulas e recolhidos os registros escritos das atividades em materiais impressos, desenvolvidos na sala de aula pelos estudantes. Para análise dos dados da pesquisa, as falas dos estudantes foram transcritas e observados os registros escritos no material impresso.

### **3.3 Metodologia de análise dos dados**

Para a análise dos dados, as transcrições foram revisitadas de modo a observar as interações ocorridas entre estudantes e professora, em especial, aquelas desencadeadas por perguntas da professora. Essa escolha se justifica no fato de que assim como Machado e Sasseron (2012), nós entendemos que o tipo de pergunta da professora pode favorecer determinadas ações discursivas investigativas.

Dessa forma, recorremos os estudos de Machado e Sasseron (2012) para analisar os tipos de perguntas encontradas nos episódios e apontar a ocorrência de aspectos investigativos nessas interações. Os autores trazem em seu estudo a construção teórica de categorias para as perguntas feitas pelo professor de Ciências em aulas investigativas. Machado e Sasseron (2012) nessa construção levaram em conta o ciclo argumentativo na alfabetização científica e as intenções do professor na cadeia enunciativa. Assim, eles reorganizaram três categorias já existentes em pesquisas sobre perguntas em aulas de Ciências e construíram um novo instrumento de análise para classificar perguntas em aulas investigativas de Ciências.

A seguir, o quadro 5 mostra as categorias elaboradas por Machado e Sasseron (2012) para localizar os tipos de perguntas feitas nas aulas investigativas de Ciências que viabilizam as interações na sala de aula.

Quadro 5 - Os tipos de perguntas em aulas investigativas de Ciências

Classificação das perguntas	Descrição	Exemplos
<b>Perguntas de problematização</b>	<p>Remetem-se ao problema estudado ou subjacente a ele dentro da proposta investigativa. Refazem, reformulam de outra maneira, voltam à proposta do problema.</p> <p>Ajudam os alunos a planejar e buscar soluções para um problema e exploram os conhecimentos do aluno antes de eles o resolverem.</p> <p>Levantam as demandas do problema para que os alunos iniciem a organização das informações necessárias para resolvê-lo.</p>	<p>Por que isso acontece?</p> <p>Como explicar esse fenômeno?</p>
<b>Perguntas sobre dados</b>	<p>Abordam os dados envolvidos no problema. Seja evidenciando-os, apresentando-os ou selecionando-os de forma a descartar ou não variáveis.</p> <p>Direcionam o olhar do aluno para as variáveis envolvidas relacionando-as, procurando um grau maior de precisão, comparando ideias, propondo inversões e mudanças.</p>	<p>O que acontece quando você...?</p> <p>O que foi importante para que isso acontecesse?</p> <p>Como isso se compara a?</p>
<b>Perguntas exploratórias sobre o Processo</b>	<p>Buscam que os alunos emitam suas conclusões sobre os fenômenos.</p> <p>Podem demandar hipóteses, justificativas, explicações, conclusões como forma de sistematizar seu pensamento na emissão de uma enunciação própria.</p> <p>Buscam concretizar o aprendizado na situação proposta. Fazem com que o aluno reveja o processo pelo qual ele resolveu o problema, elucide seus passos.</p>	<p>O que você acha disso...?</p> <p>Como será que isso funciona?</p> <p>Como chegou a essa conclusão?</p>
<b>Perguntas de sistematização</b>	<p>Buscam que os alunos apliquem o conceito compreendido em outros contextos, prevejam explicações em situações diferentes da apresentada pelo problema.</p> <p>Levam o aluno a raciocinar sobre o assunto e a construir o modelo para explicar o fenômeno estudado.</p>	<p>Você conhece algum outro exemplo para isso?</p> <p>O que disso poderia servir para este outro...?</p> <p>Como você explica o fato...?</p>

As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias (MACHADO e SASSERON, 2012).

Com base nas categorias construídas por Machado e Sasseron (2012), elaboramos uma “Ferramenta de Análise” do desenvolvimento da sequência didática proposta nessa pesquisa, representada no Quadro 6, que destaca as seguintes categorias: recorte do episódio analisado, pergunta da professora que desencadeia o episódio, classificação da pergunta e reação dos estudantes.

Quadro 6 – Ferramenta de análise dos dados da pesquisa

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da pergunta	Reação dos estudantes

Esse quadro tem como foco episódios iniciados por perguntas da professora em que se observa a ocorrência de aspectos investigativos nas subsequentes interações com os estudantes. Esses episódios, que estão relacionados ao desenvolvimento de cada atividade, iniciam-se com questões da professora que engajam estudantes na interação discursiva e são finalizados quando alguma tarefa proposta na atividade em desenvolvimento é realizada. Além da questão da professora que inicia o episódio, destacamos na análise questões feitas pela professora ao longo do episódio e que desencadearam a construção novas ações investigativas, ou seja, o desenvolvimento de novos aspectos investigativos.

Assim, em nossa análise apresentamos o que denominamos por episódios, que são momentos de interação entre professora e estudantes desencadeados por questões da professora ao longo de um episódio. Os episódios apresentam desse modo, várias perguntas da professora bem como respostas dos estudantes e discussões ocorridas durante as interações discursivas entre eles. As perguntas da professora que iniciam os episódios foram categorizadas de acordo com a Classificação das Perguntas proposta por Machado e Sasseron (2012). Também foram descritas as reações dos estudantes as perguntas da professora.

Assim, para cada episódio, elaboramos quadros de análise em que na primeira coluna são apresentados trechos de falas, com a transcrição de falas da professora e dos estudantes. Na segunda, as perguntas feitas pela professora ao longo episódio, que desencadearam aspectos investigativos. Na terceira, a classificação das perguntas - problematização, dados, exploratórias e sistematização, fundamentada na pesquisa de Machado e Sasseron (2012). E por fim, na quarta coluna são apresentadas considerações sobre ações dos estudantes desencadeadas pelas perguntas da professora.

Com essa análise, buscamos observar até que ponto as perguntas da professora favoreceram a proposta de ensino como investigativa e geraram oportunidades de interações entre os estudantes para a construção do conhecimento científico.

#### **4. Resultados e Discussão**

A partir da transcrição das falas dos estudantes gravadas em áudio, o primeiro passo de análise foi entender a trajetória das perguntas feitas pela professora, e verificar se era possível constatar a presença de aspectos do ensino por investigação em suas interações com os estudantes. Na transcrição das falas foi utilizada a letra P para localizar a fala da professora e a letra A para a fala dos estudantes, seguido de número, A A1 A2 A3 e assim por diante, para distinguir a fala entre os próprios estudantes. Desse modo não haverá a identificação pessoal dos participantes da pesquisa.

##### **4.1 Aula 1 – Investigando Scoisópolis**

Apresentaremos nesse tópico, a análise da aula 1. No quadro 7, retratamos trechos de diferentes momentos do primeiro episódio. Esses recortes apresentam os movimentos desencadeados por perguntas da professora no decorrer do episódio.

O episódio 1 foi iniciado com a imagem de algumas famílias de famosos da televisão brasileira (Angélica e Luciano Huck, Marcos Mion, Sílvio Santos, Caetano Veloso), mostrando os filhos desses artistas. A intenção foi provocar discussões sobre igualdade e diferenças entre as pessoas da mesma família e trazer essa análise para o contexto familiar do aluno, com foco no que foi

herdado do pai e da mãe, e o que irmãos (dos alunos) tem de parecido e diferente. Nesse episódio, todos os estudantes participaram juntos das discussões.

O quadro 7, a seguir, mostra trechos do Episódio 1 com turnos de falas da professora e dos estudantes que constituíram o início desse movimento de perguntas e sua categorização.

## Quadro 7 – Episódio 1

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- Vocês assistem TV aqui?</p> <p>P- Vocês sabem quem são esses artistas aqui?</p> <p>A- Não.</p> <p>P- quem são?</p> <p>A- Ivete Sangalo, o marido dela.. (Não dá pra entender os outros)</p> <p>P- aqui é o Luciano Huck, quem que é esse? ... O que vocês acharam da família do Luciano Huck?</p>	<p>Vocês assistem TV aqui?</p> <p>Vocês sabem quem são esses artistas aqui?</p> <p>quem são?</p>	Contextualização prévia a problematização	Verificaram o que os filhos desses artistas têm de diferente e parecido com os pais.
<p>P- Presta atenção... essa imagem não são de famosos, o que vocês acham que representa essa imagem?</p> <p>A- uma menina negra e uma branquinha</p> <p>P- mas o que elas são?</p> <p>A- são irmãs</p> <p>A2- gêmeas</p>	... o que vocês acham que representa essa imagem?	Contextualização prévia a problematização	Comentaram as diferenças das características dos irmãos gêmeos dizigóticos.
<p>P- Agora... presta atenção... e a sua família, o que você herdou do seu pai e da sua mãe?</p> <p>A- o Nariz da minha mãe.</p> <p>A2- cor dos olhos</p> <p>P- Cor dos olhos? Mas você puxou de quem?</p> <p>A- mais da minha mãe</p>	... e a sua família, o que você herdou do seu pai e da sua mãe?	Contextualização prévia a problematização	Compararam suas características em relação aos pais e distinguiram aquelas mais próximas da mãe e do pai.



<p>Bem, mas porque essa discussão né, de o que você herdou, o que você não herdou... aqui quem tem irmãos aqui?</p> <p>A- eu</p> <p>A2-eu</p> <p>P- você é filho único?</p> <p>A- eu tenho irmão, mas é de outro pai..</p> <p>P- você é filho único? Pra quem tem irmãos que é do mesmo pai e da mesma mãe, os irmãos são muito parecidos, ou muito diferentes?</p> <p>A- muito parecidos.</p>	<p>... quem tem irmãos aqui?</p>	<p>Contextualização prévia a problematização</p>	<p>Descreveram as características de seus irmãos.</p>
<p>... por que que irmãos podem ser diferentes, mesmo tendo recebido material genético dos mesmos pais?</p> <p>A- por causa dos avós e avôs diferentes...</p> <p>P- vou repetir a pergunta, tá, rapidinho. Por que que irmãos podem ser diferentes, mesmo tendo recebido material genético dos mesmos pais?</p> <p>A- Por causa das avós e dos avôs... porque avô é diferente, aí é... a genética diferente, não?</p> <p>P- quando você fala genética diferente, o que é genética diferente? O que é genética?</p> <p>A- as características</p>	<p>... por que irmãos podem ser diferentes mesmo tendo recebido material genético dos mesmos pais?</p>	<p>Problematizadora</p>	<p>Listaram ideias/hipóteses para explicar a diferença entre irmãos dos mesmos pais.</p>

A professora inicia o episódio 1 mostrando artistas da televisão brasileira com suas famílias. Os alunos observaram as imagens e discutiram sobre as famílias que eram muito parecidas, como a família do Luciano Huck e do Sílvio Santos, e as famílias que traziam mais diferenças, como a família do Marcos Mion, Ivete Sangalo e Gilberto Gil.

Após essas discussões, foram projetadas na lousa imagens de pessoas que não são famosas retirados da internet para compor as discussões. Essas imagens trouxeram um outro aspecto para a discussão sobre irmãos gêmeos com características diferentes. Em seguida, os alunos relataram sobre suas características em relação aos pais e irmãos. E fizeram a comparação de suas características que se aproximam ou distanciam desses parentes. Até aqui a professora conduziu perguntas e observações para levantar discussões sobre semelhanças e diferenças entre pessoas da mesma família.

As perguntas da professora promoveram um movimento de contextualizar a discussão, por isso as quatro primeiras perguntas apresentadas no quadro 7 não foram categorizadas, por se tratar de um momento de especulação de informações para se chegar ao problema de forma contextualizada a realidade dos estudantes.

A partir da pergunta problematizadora, os estudantes buscaram respostas embasadas no seu conhecimento prévio sobre a causa das diferenças entre irmãos. Nessa ação podemos constatar três hipóteses construídas pelos estudantes:

- “Por causa dos avós e avôs.”
- “Eles (irmãos) vêm em momentos diferentes.”
- “Por causa da genética ... mistura de cada um”

Esse movimento, a partir da pergunta problematizadora, evidencia a tentativa dos estudantes de pensarem situações para construir hipóteses sobre o assunto. Machado e Sasseron (2012) caracterizam as perguntas de problematização a um momento anterior à investigação, no qual se especula sobre os conhecimentos prévios e se constitui o problema.

As discussões que foram iniciadas a respeito das diferenças entre pessoas da mesma família e trazidas para o contexto familiar dos estudantes evidenciaram aspectos importantes sobre a visão desses estudantes com relação a sua herança genética. Esse movimento se torna intrigante quando os estudantes precisam elaborar respostas de como o processo de diferenciação entre irmãos acontece.

Ainda na aula 1, o episódio 2 refere-se a uma proposta de atividade em que os estudantes trabalharam com dados envolvidos na problematização inicial. Para essa atividade a professora dividiu a sala em dois grupos, A e B.

Nessa proposta, os estudantes receberam uma apostila com a história de uma cidade chamada Scoisópolis e seus personagens. O material trouxe imagens ilustrativas desses personagens e a partir dessas imagens os estudantes foram provocados a descobrir quem eram irmãos. Essa atividade objetivou que os estudantes comparassem as características e informações levadas pela história para construir tabelas e assim relacionar e confrontar os dados.

O episódio 2 foi organizado em quatro quadros (8, 9, 10 e 11), cada um deles apresentando diferentes recortes e movimentos investigativos na interação com a professora durante o desenvolvimento das tarefas propostas. Esses recortes mostram as interações entre a professora e os estudantes que estão representados da seguinte forma: grupo A - A, A1, A2 ... e o grupo B- B, B1, B2... para distinguir as falas entre os grupos.

O quadro 8 destaca a professora fazendo perguntas para os estudantes analisarem as características de três personagens: scoisinhos 1, 2 e 3. Em seguida, entra na história os scoisão A e B, os progenitores da história. Dessa forma, os estudantes comparam os cinco personagens para descobrir quem são irmãos.

Quadro 8 – Episódio 2

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- Como é o escoisinho 1?</p> <p>B- Professora, tá diferente, as costas era pra tá mesma coisa que a frente, nera não? E esse aqui ó... tem bolinha aqui em cima.. e esse tem bolinha na frente.</p> <p>P- É... a bolinha na frente. É porque isso aqui é as costas dele.</p> <p>B- Ah é a mesma pessoa?</p>	Como é o escoisinho 1?	Pergunta sobre dados	Descrevem e analisam a imagem do scoisinho 1.
<p>Olha o escoisinho 2 na próxima página, qual a diferença do escoisinho 1 pra o escoisinho 2?</p> <p>B- O cabelo dele cresceu... tem laço</p> <p>P- Só o cabelo?</p> <p>A- O cabelo é grande.</p> <p>A- Não.. um tá mais gordo... mais preta...</p> <p>A- A cabeça dele parece (inaudível)</p> <p>B- tem bola nas costas, a bolinha é preta, o cabelo é grande.</p> <p>B- O lacinho.</p>	... qual a diferença do escoisinho 1 para o escoisinho 2?	Pergunta sobre dados	Comparam e listam as diferenças e semelhanças entre as imagens dos scoisinhos 1 e 2.
<p>Veja bem, vocês olhando para os dois escoisões, vocês conseguem falar se os escoisinhos são todos filhos deles e irmãos?</p>	... vocês conseguem falar se os escoisinhos são todos filhos deles e irmãos?	Pergunta sobre dados	Analisam as imagens dos cinco personagens – Scoisão A e B – Scoisinho 1, 2 e 3.

<p>B- Sim</p> <p>P- dá uma olhada nos escoinhos de novo...</p> <p>B- é pra dar uma olhada no escoinhos e nos escoições, meu filho.</p> <p>A- eles se parecem, professora. Olha aqui, olha o cabelo</p> <p>A- Aqui só muda a altura do cabelo...</p> <p>A2- aqui muda nada não</p> <p>A3- são tudo a mesma cara.</p>			
<p>P- Vocês conseguem falar quem é irmão de quem?</p> <p>B1 – Não.</p> <p>B2- Eu sei</p> <p>B3 – Dá pra falar por causa das características.</p> <p>B4- Sabe porque professora, olha... esse aqui é claro que esses aqui são irmãos, mas esse aqui é o mesmo né? Não parece que esse aqui é irmão por causa que esse tem pintinha e esse aqui não tem.</p> <p>B – E é isso aqui que diferencia os trem, uai.</p> <p>A- não.</p> <p>A2 esse é irmão desse e esse aqui é o irmão desse...</p> <p>A- esse tem as bolinhas...</p> <p>A2- esse é aleijado, não tem bolinha.</p>	<p>Vocês conseguem falar quem é irmão de quem?</p>	<p>Pergunta sobre dados</p>	<p>comparam as características dos cinco personagens e estabelecem hipóteses.</p>

A- esse é filho único. A1- esse aqui é irmão desse aqui, ó, por causa das bolinhas			
---	--	--	--

No quadro 8, as perguntas da professora estão relacionadas ao trabalho com os dados. Nesse sentido, houve um movimento dos estudantes de olhar para os dados, listar e comparar as características entre os personagens. A partir da análise desses dados, os estudantes estabelecem hipóteses de quem podem ser irmãos.

O próximo passo foi a organização dessas informações listadas, assim a professora orientou os estudantes no preenchimento de uma tabela, imagem 1, com as características dos cinco personagens.

Imagem 1 – Tabela de dados sobre as características fenotípicas dos personagens preenchida pelos estudantes

	Scoisinho 1	Scoisinho 2	Scoisinho 3	Scoisãõ A	Scoisãõ B
Sexo	Feminino	Feminino	Masculino	Masculino	Feminino
Cor da antena	vermelha	preta	vermelha	preta	vermelha
Cauda	comprida	comprida	comprida	comprida	curta
Asas	lisas	C. bolinhas	lisas	lisas	lisas
Dedos	5. dedos	5. dedos	C. dedos	C. dedos	5. dedos
Crina	curta	Grande	Grande	Curta	Grande

O preenchimento da tabela pretendeu agrupar as informações para os estudantes confrontarem os dados na tentativa de resolver a questão do parentesco entre os personagens.

Em seguida, o quadro 9 mostra como os alunos olharam para os dados, a partir da análise da tabela.

Quadro 9 – Episódio 2

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- vocês vão anotar na tabela as características</p> <p>B- mas não tem como anotar o sexo da pessoa...</p> <p>P- tem sim... se tem lacinho é o que?</p> <p>B menina</p> <p>P- se tem gravatinha?</p> <p>B aah ué, muié usa gravata</p>	<p>... se tem lacinho é o que?</p> <p>... se tem gravatinha?</p>	Pergunta sobre dados	Preenchem uma tabela com as características dos personagens.
<p>P- ... Com essas informações vocês conseguem dizer quem é irmão de quem?</p> <p>B- eu acho que escoisinho 1 é irmão do escoisinho 3... Acabei.</p> <p>A- deixa eu ver, deixa a gente examinar aqui</p> <p>A2 – acho que não</p> <p>A- mas pelo nome deles já da pra saber, não, professora?</p> <p>P- não, o nome não define nada</p> <p>A- tem certeza?</p> <p>P- absoluta, o nome não tem nada a ver com a questão...</p> <p>A- é pela característica</p>	<p>Com essas informações vocês conseguem dizer quem é irmão de quem?</p>	Pergunta sobre dados	Analizam os dados da tabela e questionam o que pode ser considerado “dado”.



As perguntas da professora, no quadro 9, contribuíram para os estudantes manterem o foco e atenção nos detalhes. Nesse sentido, um estudante questionou se o nome do personagem poderia ser considerado um dado para análise, ou seja, os estudantes além de compararem e descreverem, estavam delimitando que tipo de dados seriam importantes para sua análise.

Na análise dessa tabela, o grupo B identificou os scoisinhos 1 e 3 como irmãos pelo motivo de não apresentarem bolinhas na asa, mas os estudantes do grupo A ficaram confusos e não conseguiram afirmar o parentesco dos personagens.

Ao perceber esse impasse entre os estudantes, a professora introduziu a outra parte da história em que aparece uma carteirinha de identificação, imagem 2, para cada personagem com o conjunto de fatores responsáveis pelas características físicas.

Imagem 2 – Carteirinha dos scoisinhos e scoisão

The image displays five identification cards for characters from a story. Each card features a small illustration of the character and a table listing their physical traits and their corresponding genetic codes. The characters are Scoisinho 1, Scoisinho 2, Scoisinho 3, Scoisão A, and Scoisão B.

Character	Sexo	Cor da antena	Cauda	Pintas nas asas	Dedos	Crina
Scoisinho 1	XX	Aa	cc	Pp	Dd	Nn
Scoisinho 2	XX	aa	Cc	pp	dd	nn
Scoisinho 3	XY	Aa	Cc	Pp	dd	nn
Scoisão A	XY	aa	CC	Pp	dd	Nn
Scoisão B	XX	Aa	cc	Pp	Dd	nn

Com essas informações, os estudantes preencheram uma nova tabela, imagem 3, com os conjuntos de fatores, chamado “receita” na história, para novamente compararem as informações e relacionarem esses dados na tentativa de descobrir o parentesco entre os personagens.

Imagem 3 – Tabela de dados sobre genótipo dos personagens preenchida pelos estudantes

	Scoisinho 1	Scoisinho 2	Scoisinho 3	Scoisãõ A	Scoisãõ B
Sexo	XX	XX	XY	XY	XX
Cor da antena	Aa	aa	Aa	aa	Aa
Cauda	Cc	Cc	Cc	CC	cc
Asas	Pp	pp	PP	Pp	Pp
Dedos	Dd	Dd	dd	dd	Dd
Crina	Nv	Nv	Nv	Nv	Nv

No quadro 10, os estudantes analisam as receitas, o genótipo dos personagens, comparam o fenótipo com o genótipo e confrontam esses dados para identificar o parentesco entre os personagens.

Quadro 10 – Episódio 2

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>... Então na carteirinha tem a receita, por exemplo, o sexo, que sexo é esse?</p> <p>B- feminino</p> <p>P- então qual a receita do sexo feminino?</p> <p>B- xx</p> <p>P- xx. Cor da antena... aqui tá o quê?</p> <p>B- curta..</p> <p>P- não.. a antena</p> <p>B- vermelha</p> <p>P- qual a receita?</p> <p>B- Aa</p> <p>A- heterozigoto</p> <p>P- Aa. Se a gente pegar uma crina grande é o que?</p> <p>B- aa</p> <p>A2- homozigoto</p> <p>P- ... O que vocês vão fazer aqui? Vão montar outra tabela porém com a receita... com a</p> <p>B- identidade</p>	<p>... que sexo é esse?</p> <p>... qual a receita do sexo feminino?</p>	<p>Pergunta sobre dados</p>	<p>Identificam a receita para determinada característica do personagem e preenchem a tabela.</p> <p>Estabeleceram relações do termo homozigoto e heterozigoto com as receitas.</p>

<p>P- ... vocês já compararam né?</p> <p>B- aham</p> <p>B- eu comparei pelos erros porque tipo assim ó 1, 2, 3, 4. 1, 2, 3.</p> <p>P- como assim?</p> <p>B- ó vou comparar com 1 e 2. XX, A.. Aa, aa já é um diferente. Cc, Cc, Pp, pp dois diferentes. Dd, Dd, Nn, nn, três diferentes</p> <p>P- mas aqui tem n não?</p> <p>B- mas aqui é Nn e aqui é nn agora XX, XY</p> <p>B- ele tá comparando as diferenças,</p> <p>P- mas veja bem, você não teria que comparar os pais pra ver se todos são filhos?</p> <p>B - mas ele quer saber os irmãos, eu comparei os irmãos.</p> <p>P- sim, mas.. se... quem for filho deles é irmão, não?</p> <p>B- então os 3 é irmão,?</p> <p>A- ah tá</p> <p>A2- eu não sei fazer isso não...</p>	<p>vocês já compararam né?</p> <p>você não teria que comparar os pais para ver se todos são filhos?</p>	<p>Pergunta sobre dados</p>	<p>Comparam as receitas (características) dos cinco personagens.</p>
---	---	-----------------------------	--

<p>P- Vocês compararam os pais com cada um aqui? Olha por essa perspectiva, analisa o escoisão A e o escoisão B com ele, com ele e com ele pra ver se... se tiver aqui algum que não for filho, aí entende o que to falando?</p> <p>B- ah ta entendi, eu acho que os filhos.. os 3 é irmãos pq ó, aqui tem aa, Aa</p> <p>P- como vocês olham isso, vocês têm que olhar os pares de letrinha, entendeu?</p> <p>B- aa, Aa aí aqui Aa, aa, Aa então aqui tá certo. CC, cc, Cc dá num dá? Cc, Cc também dá. Pp, Pp, Pp, pp, PP dá também num dá? Dd, Dd, dd, Dd também dá. Então os três é irmãos. Acho que eles é tudo irmão. 3 irmão do dois.</p> <p>B- olha professora, comparando todos 3 é irmão, uai</p>	<p>Vocês compararam os pais com cada um aqui?</p>	<p>Pergunta sobre dados</p>	<p>Confrontam os dados “receitas” e identificam quem são irmãos.</p>
--	---	-----------------------------	--

Nesse recorte, os estudantes identificam os genótipos de cada característica dos personagens e analisam esses dados. Nessa análise, alguns estudantes trouxeram termos científicos como o homozigoto e heterozigoto ao comparar o conjunto de fatores das receitas. No primeiro momento dessa análise, o olhar dos estudantes se volta para as receitas dos scoisinhos. A professora, com uma pergunta, direciona a comparação para as receitas dos scoisão. Com isso, os estudantes percebem a importância de trazer para a análise o genótipo dos progenitores e assim identificar quem são os filhos dos scoisão, e, portanto, irmãos.

Em seguida, a professora apresentou perguntas para os estudantes explicarem como chegaram na resposta sobre os irmãos, no sentido de validar suas conclusões (quadro 11).

Quadro 11 – Episódio 2

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- Porque todos são irmãos? Porque você chegou a essa conclusão?</p> <p>B- porque todos os... como posso chamar isso aqui?</p> <p>B- características.</p> <p>P-receita</p> <p>B- todas as receitas batem uma com a outra. Vamos supor... que eu faça</p> <p>P- bate com?</p> <p>B- com (inaudível)</p> <p>P- vocês conseguiram determinar se eles são irmãos e irmãs?</p> <p>A- não</p> <p>P- Por que?</p> <p>A- como ele tem irmão se ele só tem aa?</p> <p>P- por que o que?</p> <p>A- aa...</p> <p>A2- é porque puxou o pai</p> <p>A- ah éééé aaah</p> <p>A2- como é mesmo que tem que colocar aqui?</p> <p>P- tem que colocar a resposta...</p>	<p>... porque todos são irmãos? Porque você chegou a essa conclusão?</p>	<p>Pergunta exploratória sobre o processo</p>	<p>Explicaram porque os três scoisinhos são irmãos.</p>

<p>A- ele é inteligente... é so colocar aqui que a gente descobriu quem são os irmãos</p> <p>P- mas eles são irmãos?</p> <p>A- sim</p> <p>P- Por que? Tem que colocar justificativa</p> <p>A- eles têm as características de seus pais</p> <p>A2- coloca aqui, eles são irmãos pelas características de seus pais</p> <p>A- ele é igual ao pai.</p>			
---	--	--	--



A pergunta da professora buscou a explicação dos estudantes de como identificaram a irmandade entre os scoisinhos. As perguntas exploratórias sobre o processo pretendem possibilitar aos estudantes a construção de um modelo teórico que dê legitimidade aos dados. Esse é o momento de se estabelecer a distinção entre conhecimento científico e senso comum, ou seja, explicações que sejam apoiadas pelos conhecimentos validados pelo campo conceitual. A forma como as construções teóricas e as evidências se relacionam é substancial para entender a natureza da ciência (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

O episódio 2 evidencia que as perguntas da professora buscaram potencializar o trabalho com dados e direcionar os estudantes para as variáveis envolvidas no problema. Em uma atividade investigativa é importante oferecer condições para os estudantes trabalharem os dados e elementos envolvidos na problematização.

Trivelato e Tonidandel (2015) relatam que a obtenção de dados é fundamental na cultura científica, é um procedimento próprio da ciência e que deve ser vivenciada no contexto escolar. Os dados, sejam diretos ou indiretos, propiciam relações de fatos que serão analisados. Dessa forma, selecionar, registrar e analisar dados são habilidades importantes no processo da investigação.

Nessa direção, os estudantes observaram as imagens, listaram e compararam as características dos personagens. Ao longo da proposta a professora desencadeou perguntas para incentivar e orientar os estudantes na construção desses dados. Para isso, construíram tabelas que os levaram a analisar as informações de forma a selecionar ou descartar variáveis.

A construção das tabelas foi um movimento relevante para o estudante encontrar uma resposta válida ao problema inicial. A análise desses dados permitiu entender porque um personagem tinha bolinhas nas costas e outro não, crina grande ou pequena, mãos com ou sem dedos, sexo feminino ou masculino. Diante disso, as discussões sucedidas entre os grupos foram momentos de interações importantes na construção de significados entre os estudantes.

Machado e Sasseron (2012) consideram o trabalho com os dados uma etapa fundamental da investigação. As “perguntas sobre dados” indicam a seleção de

informações, eliminação de variáveis, pois aumentam a precisão e o olhar dos estudantes para os dados e melhor delineamento dos fatores relevantes ao problema.

Por fim, os estudantes identificaram que os três scoisinhos eram irmãos. O próximo passo era elaborar uma explicação para o fato. Com a pergunta “Como chegaram a essa conclusão?” a professora incentivou os grupos a emitirem suas conclusões buscando concretizar o aprendizado na situação proposta. Os grupos explicaram que os scoisinhos possuíam as receitas compatíveis com dos scoisão, para isso relacionaram os conjuntos de fatores dos progenitores com os possíveis descendentes. Assim, os três scoisinhos apresentavam fatores do scoisão A como do scoisão B, evidenciado na análise das tabelas.

As “perguntas exploratórias sobre processo” direcionam os estudantes na elaboração de conclusões sobre o fenômeno estudado (MACHADO; SASSERON, 2012). A pergunta desse recorte movimentou os estudantes na explicação do seu raciocínio até à resposta. Nessa trajetória, relacionar ideias com dados, criando hipóteses e justificativas direcionam o olhar do estudante na conclusão do resultado.

As discussões e trocas entre os estudantes ao longo dessas atividades possibilitaram um novo olhar para a genética e o sentido que ela tem para o nosso cotidiano. Desse modo, é importante engajar os estudantes em atividades dialógicas, e oportunizar a discussão de opiniões em pequenos grupos para trabalhar novas ideias. Mortimer e Scott (2002) consideram essas interações constituintes do processo de construção de significados.

Nessa trajetória, Mortimer e Scott (2002) destaca o papel do professor. Faz parte do trabalho docente intervir, introduzir novos termos e novas ideias, para fazer avançar em novos significados. As perguntas da professora buscaram incentivar e direcionar os estudantes a explorar e descobrir respostas para suas incertezas.

Neste material, “Investigando Scoisópolis”, publicado na Revista Genética na Escola, disponível no apêndice 2, foi disponibilizada uma proposta de aprofundamento sobre herança genética. Se trata de uma atividade para criar

um novo personagem a partir da associação dos cromossomos dos gametas do coisão A e B. Ainda na aula 1, a professora desenvolveu essa proposta com os estudantes para potencializar a compreensão do processo de herança dos fatores que determinam as características de um novo ser.

Os estudantes, nessa atividade, trabalharam com o genótipo herdado dos progenitores e a consequência no fenótipo desse novo personagem, muito do que foi retratado nos quadros do episódio 2. Por esse motivo, não trouxemos a análise desse evento, pois consideramos que não houve novas percepções a ser discutidos nessa proposta. Dessa forma, finalizamos a análise da aula 1 e seguimos para a próxima análise.

#### **4.2 Aula 2 – Semelhanças e Diferenças**

Apresentaremos nesse texto, a análise da aula 2, o material elaborado para essa proposta está disponível no apêndice 3. Nessa aula foi disponibilizada uma apostila com pequenos textos sobre gêmeos e sócias seguidos de perguntas sobre suas semelhanças e diferenças. Essa proposta objetivou viabilizar discussões sobre fenótipo e genótipo, em um contexto diferente da aula 1, que trabalhou as semelhanças e diferenças a partir de personagens fictícios. Nessa proposta são discutidas as semelhanças e diferenças que ocorrem em sócias e gêmeos. Portanto, essa dinâmica buscou resgatar as ideias que foram construídas na aula 1 pelos estudantes e potencializar a sistematização do conhecimento desse estudo.

Para aula 2 apresentamos o episódio 3 organizado em cinco quadros (12, 13, 14, 15 e 16) com recortes de momentos de interação desencadeados pela professora. A professora inicia a leitura do texto “A genética em nossa vida” que fala desde o encontro dos gametas até a formação do embrião. No quadro 12, a professora inicia as discussões com perguntas sobre o DNA.

Quadro 12 – Episódio 3

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
P- o que é o DNA para vocês aqui? A- É.. não sei professora... é uma coisa que... significa a pessoa. A2- Não, professora, significa as características dos familiares?	P- o que é o DNA para vocês aqui?	Pergunta exploratória	Explicaram que a molécula de DNA é o que define a pessoa, as características.

A professora, nesse recorte, verifica como os estudantes entendem a molécula de DNA. Em seguida, ela continua a leitura sobre a localização do material genético na célula, e como esse material está organizado dentro do núcleo, descrevendo as estruturas dos cromossomos e a sequência de genes. A partir do entendimento dos genes como responsável pelo fenótipo, a professora pergunta, no quadro 13, se é possível existir pessoas iguais.



<p>P- então.. porque o clone é uma manipulação genética, é outra coisa, mas aqui a gente não tá falando de clone, a gente tá falando do processo normal mesmo de fecundação.</p> <p>A- não. As pessoas podem ser parecidas, mas podem nunca ser igual.</p>			
--	--	--	--

A pergunta da professora, no quadro 13, objetivou retomar os conhecimentos construídos na aula 1 que discutia sobre as diferenças entre irmãos que recebem o gameta dos mesmos pais e a especificidade de cada pessoa no material genético. Os estudantes levantaram a possibilidade de existir pessoas iguais com exemplos de gêmeos e também da manipulação genética com o clone. Mas, ao ser descartado a manipulação genética e considerar somente o processo biológico natural, um estudante responde que as pessoas podem ser parecidas e não iguais.

Nesse sentido, podemos perceber que essa pergunta buscou explicações a partir do entendimento e experiências vivenciadas pelos estudantes. Machado e Sasseron (2012) descrevem as perguntas exploratórias como processo que faz o aluno rever o caminho percorrido. O estudante com sua própria enunciação tenta sistematizar seu pensamento e as ideias construídas seja com hipóteses, explicações ou conclusões.

A professora segue para a leitura do próximo texto sobre os sócias. Durante a leitura iniciam-se as discussões sobre pessoas que parecem iguais. A professora, no quadro 14, pergunta como o grupo entende essas semelhanças.



Quadro 14 – Episódio 3

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- O sósia, apesar das semelhanças, não possui grau de parentesco, sendo assim, como o grupo entende essa semelhança em relação ao material genético?</p> <p>A- a professora, eu acho que isso é tipo, dos índios e descendentes de índios, é um exemplo.</p> <p>A2- não, eu acho que igual na história da bíblia, o cara teve 4 filhos e cada um separou, então eles devem ter puxado o mesmo descendente. A gente é descendente de 4 pessoas...</p> <p>A3- é mesmo professora, devem ter puxado o mesmo descendente....</p>	<p>como o grupo entende essa semelhança em relação ao material genético?</p>	<p>Pergunta exploratória</p>	<p>Estabeleceram a hipótese que a semelhança de pessoas pode estar associada a uma descendência mais distante.</p>

O recorte do quadro 14 mostra que a pergunta da professora buscou explicações dos estudantes sobre as semelhanças entre pessoas sem parentesco. Três estudantes trouxeram como explicação a descendência dos primeiros humanos da história da bíblia e dos primeiros habitantes do Brasil, os indígenas. Essa explicação traz a ideia que podem existir receitas, nesse caso genes, no material genético muito parecidas entre as pessoas, por sermos da mesma espécie e compartilharmos o mesmo ancestral.

Ao finalizar as discussões sobre os sócios, a professora apresentou um texto explicando que algumas pessoas podem apresentar certos conjuntos genéticos em comum, o que lhes podem conferir características morfológicas similares. Dessa forma, essas pessoas não possuem o mesmo material genético, são apenas similaridades.

O texto seguinte traz uma breve explicação sobre a formação de gêmeos monozigóticos e dizigóticos. Logo, a professora inicia as discussões perguntando sobre o material genético dos gêmeos.

Quadro 15 – Episódio 3

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- irmãos gêmeos possuem o mesmo material genético?</p> <p>A- sim, professora</p> <p>A2 acho que não.</p> <p>A3 são do mesmo pai e da mesma mãe, uai</p> <p>P-vamos lá</p> <p>A- sim porque veio do mesmo pai e da mesma mãe.</p> <p>P- mas veja bem, você tá falando isso aí, bacana, mas os seus irmãos vieram do mesmo pai e mesma mãe?</p> <p>A- veio</p> <p>P- eles são iguais?</p> <p>A- não, mais ou menos, não, né muito igual não, tem a aparência. Um parece minha mãe, um parece meu pai.</p> <p>P- pensa aí.</p> <p>A- aqui é sim pq eles são gêmeos</p> <p>A2 vocês não são.</p> <p>A3 tá confundindo minha cabeça aqui.</p>	<p>irmãos gêmeos possuem o mesmo material genético?</p>	<p>Pergunta exploratória</p>	<p>Estabelecem hipótese que gêmeos possuem o mesmo material genético porque vieram dos mesmos pais. Outros acham que não possuem.</p>

Nesse recorte, depois de fazer a leitura sobre a formação de gêmeos a professora pergunta se os gêmeos possuem o mesmo material genético. Dois estudantes trouxeram a explicação que gêmeos pode ter o mesmo material genético por serem gerados dos mesmos pais. No entanto, a professora retoma a discussão da aula 1 sobre as diferenças entre irmãos e confronta as duas situações. Um estudante manifesta estar com a cabeça confusa.

Na sequência, a professora traz um fragmento de reportagem da “Nature Genetics” relatando que até mesmo gêmeos idênticos passam por diferentes mutações durante o crescimento embrionário, com isso antes de nascerem já sofrem alterações aleatórias em seu DNA, o que os torna, ainda que minimamente, diferentes.

Após a leitura a professora conversa com os estudantes sobre um fato ocorrido na cidade de Goiás de um teste de paternidade de gêmeos que gerou uma grande polêmica, pois os dois irmãos foram indicados como o pai da criança. No entanto, o juiz conseguiu liberar o teste de DNA denominado “Twin Test”, realizado no exterior, que conseguiu revelar o verdadeiro pai que identificou cinco mutações presentes no DNA do pai gêmeo e da criança, mas que não estavam presentes no outro gêmeo.

Dessa forma, a professora buscou esse exemplo para os estudantes refletirem que cada pessoa traz no seu material genético uma especificidade única. E para encerrar a aula os estudantes concluíram o entendimento sobre as diferenças que acontecem no material genético no quadro 16.

Quadro 16 – Episódio 3

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- sobre os sócias e os gêmeos, o que vocês acham mais interessante, o que chamou mais atenção?</p> <p>A- que mesmo se é gêmeos, tem uma diferença, mas custou a achar a diferença, isso que achei interessante.</p> <p>P- é, mas se custou achar e tem, significa o quê?</p> <p>A- que eles é monozigoto.</p> <p>P- que todos são o quê?</p> <p>A- todos?</p> <p>P- todas as pessoas são o quê?</p> <p>A- Diferentes.</p> <p>P- Se até mesmo gêmeos que são ditos idênticos, ainda tem pequenas diferenças, significa que então</p> <p>A- ninguém é igual</p> <p>P- tem uma parte no DNA que é específico de cada um</p> <p>A- ninguém é igual</p>	<p>sobre os sócias e os gêmeos ... o que chamou mais atenção?</p>	<p>Pergunta de sistematização</p>	<p>Estudantes concluem o entendimento sobre as diferenças que existem no material genético de cada pessoa.</p>

No quadro 16, as perguntas da professora buscaram concluir as ideias que foram sendo construídas ao longo das atividades da sequência. No primeiro momento, os estudantes trabalharam as receitas do material genético com personagens fictícios e assim puderam trazer para essa proposta o entendimento sobre semelhanças e diferenças aplicado em um contexto real que acontecem nos sócios e gêmeos.

Trazer a discussão para o contexto real dos estudantes possibilitou a reflexão da herança genética dentro da própria realidade familiar e a percepção que no material genético estão as receitas que ocasionam o fenótipo. Dessa forma, os estudantes perceberam que as diferenças e semelhanças com grau ou não de parentesco entre as pessoas estão relacionadas aos conjuntos de fatores que estão dispostos na fita de DNA, bem como a sua codificação e expressão no fenótipo.

Nesse sentido, com a resposta “ninguém é igual”, um estudante mostra que cada pessoa é única, que não é possível existir outra receita igual. A professora encerra essa aula com reflexões importantes entre os estudantes sobre a especificidade de cada pessoa no material genético. A próxima etapa, apresentaremos a última proposta da sequência.

### **4.3 Aula 3 – Variabilidade Genética**

A aula 3 retrata a última parte da sequência, com uma proposta de atividade sobre a variação genética aplicada em outro contexto diferente das aulas anteriores. O material elaborado para essa proposta está disponível no apêndice 4.

Cada grupo recebeu uma apostila com a história fictícia de duas fazendas, uma com plantação para subsistência familiar e a outra com cultivo de milho em larga escala para exportação. A história conta como as duas fazendas manipularam as sementes e o seu plantio. Contudo, a história trouxe uma situação problema sobre uma doença acometida na plantação de milho e os seus efeitos nas duas fazendas.

A aula 3 está organizada no episódio 4 e para sua análise apresentamos três quadros (17, 18 e 19) com eventos que desencadearam as discussões sobre o tema variabilidade genética. No quadro 17, a professora buscou explicações dos estudantes sobre o problema enfrentado nas duas fazendas.

Quadro 17 – Episódio 4

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>... porque todas as espigas de milho da Fazenda Modelo ficaram acometidas pela doença e na plantação do Joaquim somente algumas espigas ficaram doentes?</p> <p>A- Porque os fungos passaram pelo chão.</p> <p>A- Porque ele cuidou das espigas dele direito. Ele não foi desleixado lá não, ele cuidou da espiga de milho dele.</p> <p>A2- Acho que porque os outros caras, eles foram fazer tipo tratamento igual em laboratório, elas devem ter sofrido algum tipo de mutação, sei lá.</p> <p>A- Quando ele foi fazer ela homogênea, uma igual a outra, tipo assim, se essa pegou doença, como essa é igual a essa, essa vai pegar doença, ué. É isso, né não, fessora?</p> <p>A- Ele plantou natural.</p>	<p>Porque todas as espigas de milho da Fazenda Modelo ficaram acometidas pela doença e na plantação do Joaquim somente algumas espigas ficaram doentes?</p>	<p>Pergunta exploratória</p>	<p>Levantaram hipóteses para explicar o motivo da doença não ter acometido toda as espigas de milho da plantação do Joaquim.</p>



A pergunta da professora buscou explorar o raciocínio dos estudantes sobre a situação problema da história: por que todas as espigas de milho da Fazenda Modelo ficaram acometidas pela doença e na plantação do Joaquim somente algumas espigas ficaram doentes? Nesse momento, os estudantes trouxeram quatro hipóteses:

- O fungo passou pelo chão (nas duas fazendas);
- Não cuidou das espigas (fazenda modelo);
- Sofreu mutação no laboratório (fazenda Modelo);
- Plantou natural (o milho do Joaquim);

Um aluno trouxe um argumento que se todas as espigas são iguais serão susceptíveis as mesmas doenças, mas as espigas do Joaquim não, porque foram plantadas natural. Essa resposta motivou a professora aprofundar sobre esse termo “plantou natural” e continuou a discussão, no quadro 18.

Quadro 18 – Episódio 4

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- Então o Seu Joaquim plantou natural?</p> <p>A- É.</p> <p>P- E quando você fala assim: plantou natural. Isso significa o quê? A gente falando de material genético.</p> <p>A- Ele não mexeu em nada.</p> <p>P- E já o outro o que fez? O material da espiga era o que?</p> <p>A- Homogêneo</p> <p>A- Acho que todas as espigas não serem iguais, então algumas tiveram a doença, mas como eram todas diferentes, nem todas acabaram adoecendo, como na que era manipulada, todas eram iguais, a doença veio igual para todas as espigas.</p> <p>A2- Se uma espiga de milho... se todas espigas de milho são iguais, então a tendência de uma pegar fungo e bactéria é grande, aí já que todas são iguais, todas vão pegar, uai.</p>	<p>... plantou natural isso significa o quê? falando de material genético.</p>	<p>Pergunta exploratória</p>	<p>Explicaram que as espigas de milho do Joaquim não eram todas iguais, com algumas diferenças no material genético.</p>

<p>P- A do Seu Joaquim não eram todas iguais, quando a gente fala que não eram todas iguais, como você explica isso em relação a material genético?</p> <p>A- Que uma era pequena, outra grande, outra larga, outra fina, a outra tinha menos milho, outra tinha mais milho</p> <p>A2- E a outra modificou ela.</p>	<p>A do Seu Joaquim não eram todas iguais, quando a gente fala que não eram todas iguais, como você explica isso em relação a material genético?</p>	<p>Pergunta exploratória</p>	<p>Explicaram sobre a diversidade das espigas de milho do Joaquim.</p>
---	--	------------------------------	--

A pergunta da professora buscou aprofundar as explicações do termo “plantou natural”, e como o estudante entende isso em relação ao material genético. Podemos perceber nessa explicação que os estudantes entendem que um material genético “natural” é aquele que possui as diferenças nas receitas que foram discutidas ao longo das aulas 1 e 2. Desse modo, o estudante argumenta que o milho plantado natural possibilitou uma produção com características diferentes de milho, como mostra o recorte “Que uma era pequena, outra grande, outra larga, outra fina, a outra tinha menos milho, outra tinha mais milho”

No entanto, o material genético manipulado em laboratório trouxe características de uma produção homogênea, ou seja, o mesmo material genético e por isso, milhos iguais com as mesmas características. Assim, o estudante explica “... se todas espigas de milho são iguais, então a tendência de uma pegar fungo e bactéria é grande, aí já que todas são iguais, todas vão pegar, uai.”. Esse argumento nos mostra que o estudante entendeu que as espigas manipuladas não tiveram variabilidade genética, diferenças na receita que poderiam propiciar resistência a tal doença.

Nesse recorte, a professora buscou explorar o raciocínio dos estudantes sobre a situação problema da história, e dessa forma serem capazes de construir explicações para fundamentar o porquê de algumas espigas de milho da fazenda do Joaquim não ter sido acometido pelo fungo que comprometeu toda a plantação da fazenda vizinha. Percebemos que as ideias construídas ao longo das propostas anteriores possibilitaram os estudantes aplicar esse conhecimento em outro contexto proposto pela atividade. No próximo quadro, a professora buscou extrair dos estudantes as suas conclusões sobre a variabilidade genética.

Quadro 19 – Episódio 4

Trechos de falas	Pergunta da professora	Classificação da Pergunta	Reação dos Estudantes
<p>P- ... Porque é importante ser diferente? Geneticamente falando.</p> <p>A- Porque se uma pega a doença, os outros não pegam, são diferentes.</p> <p>P- Então tipo assim, imagina se todos nós fossemos iguais, iguaizinhos, se desse um problema em um ia dar o que?</p> <p>A- Problema em todos.</p> <p>P- Em todos.</p> <p>A- Igual tava pensando isso agora, nós todo mundo é diferente, temos algumas diferenças, vamos supor, é... João aqui já pegou gripe, eu também peguei gripe, ele pegou gripe, ele pegou gripe. Ele pegou catapora, eu não peguei, ele não pegou, ele não pegou, ele pegou, ele pegou... então essa é a diferença das características da genética.</p> <p>P- Então vocês concordam que as diferenças que existem entre os indivíduos de mesma espécie,</p>	<p>Porque é importante ser diferente? Geneticamente falando.</p>	<p>Pergunta de sistematização</p>	<p>Explicaram com exemplos a importância das diferenças no material genético.</p>

porque nós somos de mesma espécie, mas essa diferença ela é muito importante?

A- SIM.

P- Porque se fosse tudo igual poderíamos ter problemas com isso?

A- Sim.

P- Então

A- Ou então a humanidade já estaria morta, porque imagina que tipo assim, 100 pessoas, todo mundo é igual, um pega doença cardiorrespiratória, todo mundo morre uai, todo mundo é igual, todo mundo vai pegar.

P- Por exemplo

A- Igual essa pandemia, fessora, tem gente que pegou e nem sentiu, tem gente que pegou e morreu.

A2- Tem imunidade alta e baixa né.

As perguntas da professora, no quadro 19, buscaram emitir conclusões dos estudantes sobre o tema central da sequência, as variações que ocorrem no material genético. Observamos que as respostas trazem o entendimento da importância dessa variação em qualquer ser vivo.

Essas discussões também mostram um estudante trazendo a aplicação desse tema no contexto real do país e do mundo, a pandemia da covid-19. A humanidade enfrenta uma pandemia em que algumas pessoas passam pela doença sem causar nenhum problema, em outras ocorrem sintomas significativos e outras não resistem e morrem. Nesse sentido, os estudantes compreenderam que a diferença no material genético das pessoas possibilitou diferentes formas de enfrentar o vírus que contaminou grande parte da população mundial.

As perguntas desse trecho, objetivaram sistematizar o entendimento dos estudantes sobre o assunto investigado. Dessa forma, os estudantes elaboraram explicações a partir do conhecimento construído ao longo das propostas desenvolvida na sequência. As perguntas de sistematização, segundo Machado e Sasseron (2012), viabilizam extrair conclusões e permitem verificar a apropriação das aprendizagens pelos estudantes.

Os quadros do episódio 4 destacam a apropriação dos estudantes sobre o tema central da pesquisa: a herança e variabilidade genética. Nesse sentido, o estudo possibilitou a compreensão de alguns mecanismos da genética bem como a sua importância para as variações que ocorrem dentro de uma mesma espécie.

## **5. Considerações Finais**

Neste trabalho observamos que a utilização de diferentes tipos de perguntas pela professora em aulas investigativas de Ciências contribuiu para que os estudantes construíssem conhecimentos científicos sobre genética. Os dados obtidos mostraram que as perguntas da professora mobilizaram os estudantes no levantamento e análise de dados e a construção de argumentos sobre o

material genético, um tema importante e necessário para o último ano do ensino fundamental.

A sequência didática proposta nessa pesquisa apresentou três atividades que passam por contextos diferentes, nos quais o tema herança e variabilidade genética foi desenvolvido com estudantes do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da educação básica. No desenvolvimento da sequência a atividade 1 trouxe uma problematização inicial, a atividade 2 perguntas exploratórias para os estudantes construírem explicações, e a atividade 3, teve foco na sistematização e busca por conclusões dos estudantes relacionadas ao tema do estudo.

A análise dos dados da pesquisa evidenciou que as perguntas da professora, baseadas nas categorias de Machado e Sasseron (2012), possibilitaram diferentes ações discursivas entre os estudantes e seu engajamento no levantamento de hipóteses, na análise de dados, na construção de argumentos e busca por respostas para as problematizações apresentadas, ou seja, na participação ativa desses sujeitos na construção de significados.

Percebemos que, gradativamente, ao longo da sequência, os estudantes foram apropriando-se das informações e ideias discutidas na sala de aula e, com isso, potencializando seus argumentos na construção de explicações para as perguntas da professora. Isso fica evidenciado, por exemplo, na aula 3, nas reflexões e construção de argumentos pelos estudantes em suas respostas e ao aplicarem o tema do estudo, ao contexto da pandemia vivenciado por eles e por toda população mundial.

O resultado do estudo mostra ainda que durante o desenvolvimento das atividades as perguntas da professora não ficaram restritas às perguntas planejadas da atividade. As respostas dos estudantes abriram oportunidades para que novas perguntas fossem colocadas e trabalhadas pela professora. Para Machado e Sasseron (2012), as perguntas do professor devem ter intenções claras de exploração da investigação, nesse sentido o professor pode aproveitar o contexto oportuno para estimular e encorajar os estudantes nas discussões.



O desenvolvimento dessa sequência didática se deu em um momento difícil de pandemia, em que várias restrições foram estabelecidas. Tínhamos incertezas sobre o resultado da pesquisa, nesses dois anos sem o ensino presencial nas escolas. O formato de ensino remoto provia atividades a serem realizadas em domicílio pelos estudantes, no entanto desprovidos de acompanhamento especializado.

Pensando nesse contexto, trouxemos para esse estudo atividades investigativas na perspectiva do ENCI que buscaram estimular o aluno a refletir, discutir, relatar, explicar, interagir e sistematizar o conhecimento construído. Consideramos que atividades propostas nessa pesquisa evidenciam esse movimento que caracteriza o ensino por investigação.

O material elaborado neste estudo (ver material no apêndice 1, 3 e 4) possibilita caminhos para trabalhar o tema de genética com estudantes do ensino fundamental 2 numa perspectiva investigativa. Este material, inicialmente proposto para ser desenvolvido presencialmente em salas de aula, também pode ser adaptado para diferentes ambientes educacionais. Como centralidade das atividades propostas, está a intenção de oportunizar que o professor medie, por meio de perguntas e problematizações, situações em que o estudante seja estimulado a desenvolver autonomia na construção de problematizações, hipóteses, argumentos, análise de dados, reflexão e criticidade.

Desse modo, não se esgotam as possibilidades do uso do material proposto aqui e adaptações que podem ser realizadas para diferentes realidades escolares diante das incertezas que vivenciamos desde o ano de 2020. Os desafios percorridos nessa pesquisa conduziram-nos por diferentes caminhos para chegar até o material proposto aqui, e o aprendizado que compartilhamos desse percurso são as diversas possibilidades de ambientes de ensino e aprendizagem, sejam online ou presencial, que o professor pode estabelecer com seus estudantes. Mas, aliado a esses ambientes, é importante que as propostas do professor busquem os estudantes para o centro das ações discursivas, e que lhes possibilite passarem do conhecimento espontâneo para a construção do conhecimento científico.

## 6. Referências bibliográficas

ARRUDA, Eucídio Pimenta. Educação remota emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. **Em Rede Revista de Educação a Distância**, v. 7, n.1, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. **São Paulo: Cengage Learning**, p. 1-20, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; DA COSTA, Ivaneide Alves Soares. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental. **Metáfora Educacional**, n. 19, p. 53-79, 2015.

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto. **Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CUNHA, A.O. As atividades investigativas e o ensino de ciências por investigação: tendências de pesquisa acadêmica. **Dissertação**. – Ilhéus, BA: UESC, 2020

DA SILVA, Bruna Rodrigues; DA SILVA, Tiago Rodrigues. GENÉTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: REPRESENTAÇÕES DIDÁTICAS NA APRENDIZAGEM DO MENDELISMO. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 24-38, 2020.

DA SILVA, Jakeline Moreira et al. Mapas conceituais aplicáveis ao ensino de genética. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e907975116-e907975116, 2020.

DE OLIVEIRA, Cristiano Lessa. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**, v. 2, n. 3, 2008.

DOS SANTOS JUNIOR, Verissimo Barros; DA SILVA MONTEIRO, Jean Carlos. EDUCAÇÃO E COVID-19: AS TECNOLOGIAS DIGITAIS MEDIANDO A APRENDIZAGEM EM TEMPOS DE PANDEMIA. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, p. 01-15, 2020.

Duschl, R. A. (2008). Science education in 3 part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social goals. **Review of Research in Education**, 32, 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, p. 687-719, 2020.

KRIPKA, Rosana; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa Lara. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. **CIAIQ2015**, v. 2, 2015.

LIMA, M.E.C.C.; DAVID, M.A.; MAGALHÃES, W.F. Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. **Revista Química Nova na Escola**. Sociedade Brasileira de Química. São Paulo: n. 29 - 2008.

LOVAGLIO, U. S., ASSÊNCIO, I. P. G. (2019). Investigando Scoisópolis. **Genética Na Escola**, 14(1), 54–67. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2019.314>

MARTINEZ, Emanuel Ricardo Monteiro; FUJIHARA, Ricardo Toshio; MARTINS, César. Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na escola**, v. 3, n. 2, p. 24-27, 2008.

MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lucia Helena. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MOREIRA, J. António; HENRIQUES, Susana; BARROS, Daniela Melaré Vieira. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, p. 351-364, 2020.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. ATIVIDADE DISCURSIVA NAS SALAS DE AULA DE CIÊNCIAS: UMA FERRAMENTA SOCIOCULTURAL PARA ANALISAR E PLANEJAR O ENSINO (Discourse activity in the science classroom: a socio-cultural analytical and planning tool for teaching). **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

OLENKA, L. Dificuldades e avanços na utilização de roteiros investigativos: a prática investigativa na prática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 119-130, 7 out. 2019.

OLIVEIRA, Thalita et al.. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO CONTEÚDO CURRICULAR PROGRAMADO: COMO ESTA ARTICULAÇÃO ACONTECE? In: **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**. Anais Belo Horizonte(MG) UFMG, 2020. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/eneci2020/249975-ENSINO-POR-INVESTIGACAO-NO-CONTEUDO-CURRICULAR-PROGRAMADO--COMO-ESTA-ARTICULACAO-ACONTECE>>. Acesso em: 05/10/2022 20:50

RUI, Helania Mara Grippa et al. Uma prova de amor: o uso do cinema como proposta pedagógica para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013.

SÁ, E.F.; PAULA, H.F.; LIMA, M.E.C.C.; AGUIAR JR., O.G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: **Atas do VI ENPEC**, 2007, Florianópolis.

SANTOS, Mariete Marques dos. Aplicação de material didático para o ensino do teste de paternidade em turmas do ensino fundamental regular. 2017.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. 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**, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L.H; FERRAZ, A.T; SOLINO, A.P. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio de Nacional de Ensino de Física**, 2015.

SEDANO, Luciana; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)** [online]. 2015, v. 17, n. spe.

VON HELD RAMOS, Juliana; DE FREITAS, Carlos Antônio Araújo; POMPILHO, Wendel Mattos. O Ensino Experimental de Ciências: Abordando O Tema Hereditariedade Com Alunos Do Oitavo Ano. **Acta Scientiae et Technicae**, v. 4, n. 1, 2016.

ZOMPERO, A.F.; LABURU, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

BNCC\_

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/ensino-fundamental-anos-finais/iuhygtr> - acesso julho/2020.

RESOLUÇÃO CEE Nº 478 - de 01 de fevereiro de 2021

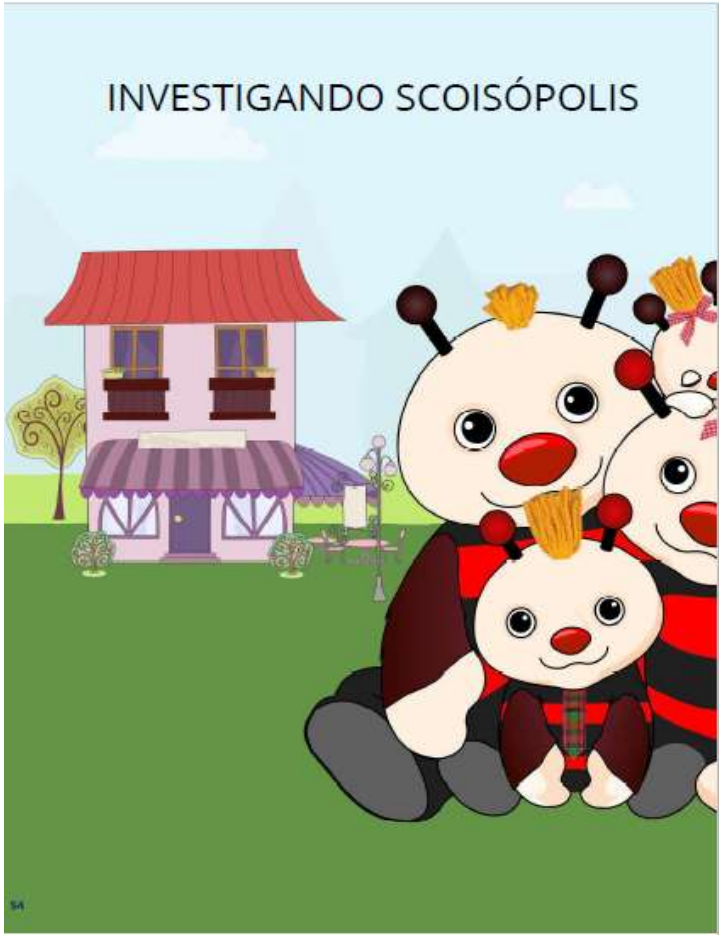
<https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos> - acesso maio/22.

RESOLUÇÃO SEE nº 4.644, de 25 de outubro de 2021 -

<https://www2.educacao.mg.gov.br/> - acesso maio/22.

## Apêndice 1 - Material 1: Investigando Scoisópolis

Material adaptado da Revista Genética na escola vol. 14, número 1, 2019.



**INVESTIGANDO SCOISÓPOLIS**

**Boas vindas! O desafio.**

Boas vindas!

Scoisópolis é uma cidade que fica escondida no **alto** das montanhas. Lá vivem incríveis criaturas, os Scoisos. Poucas pessoas conseguiram chegar até a cidade, portanto, ainda não se sabe muito sobre **elas**. Como são? Como vivem? O que comem no café da manhã?

O desafio é adentrar neste novo mundo e interagir com tais criaturas.

Vocês estão preparados para o desafio?!

Logo na entrada da cidade, três Scoisinhos estão correndo **pela** grama. Os pequenos vêm correndo, muito curiosos, na direção de vocês. **Eles** brincam, **pulam** e dão muita risada. Depois do primeiro reconhecimento **eles** propõem um desafio a vocês:

- Adivinhem se puder, quem aqui é irmão de quem?

Os Scoisinhos são muito parecidos entre si, mas cada um possui características únicas. Como saber quem é irmão de quem? Durante essa visita, a partir do desafio dos Scoisinhos, tem-se a seguinte questão para investigar: **Como irmãos podem ser tão diversos e semelhantes ao mesmo tempo?**



Figura 1.  
Scoisinho 1.



Figura 2.  
Scoisinho 2.



Figura 3.  
Scoisinho 3.



Olha-se ao redor à procura de pistas para resolver o desafio. Percebe-se, então, que perto do gramado, duas figuras observam a brincadeira. São Scoisões adultos. Os Scoisinhos acenam para os Scoisões.

Sabe-se que os Scoisinhos devem ter herdado algumas características de seus progenitores, afinal, filho de Scoiso, Scoisinho é! Então, para organizar o raciocínio, você lista as características dos Scoisinhos e dos Scoisões.



Figura 1.  
Scoisão A.

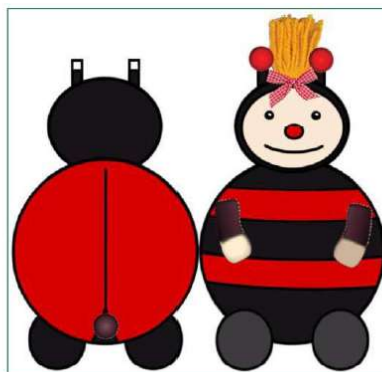


Figura 2.  
Scoisão B.

Agora que o grupo observou os personagens, deverão elaborar uma tabela com as características físicas de cada scoiso.

	Scoisinho 1	Scoisinho 2	Scoisinho 3	Scoisão A	Scoisão B
Sexo					
Cor da antena					
Cauda					
Asas					
Dedos					
Crina					

Depois de analisar os dados da tabela o grupo consegue desvendar o enigma proposto pelos scoisinhos?

### Todo Scoiso tem a sua carteirinha!

Ao organizar o raciocínio percebe-se que os Scoisinhos são muito parecidos entre si, porém, com algumas diferenças.

Propondo sua explicação para os Scoisinhos, eles te informam que na cidade de Scoisópolis, cada Scoiso possui uma carteirinha de identificação. Essa carteirinha contém o conjunto de fatores responsáveis pelas características físicas. Ou seja, cada característica está relacionada a uma "receita", que está dentro do organismo e esses fatores podem ser visualizados nas carteirinhas. Para os Scoisos, cada característica é determinada por uma dupla de fatores: um proveniente do pai e outro, da mãe. Por exemplo, numa situação em que os pais têm fatores duplo a (aa) para cor de antena, não seria possível que o filho tivesse na carteirinha um dos fatores A, já que esse fator não está em nenhum dos parentais correspondentes.



Scoisinho 1

Sexo	XX
Cor da antena	Aa
Cauda	Cc
Pintas nas asas	Pp
Dedos	Dd
Crina	Nn



Scoisinho 2

Sexo	XX
Cor da antena	aa
Cauda	Cc
Pintas nas asas	pp
Dedos	Dd
Crina	nn



Scoisinho 3

Sexo	XY
Cor da antena	Aa
Cauda	Cc
Pintas nas asas	PP
Dedos	dd
Crina	nn



Scoisão A

Sexo	XY
Cor da antena	aa
Cauda	CC
Pintas nas asas	Pp
Dedos	dd
Crina	Nn



Scoisão B

Sexo	XX
Cor da antena	Aa
Cauda	cc
Pintas nas asas	Pp
Dedos	Dd
Crina	nn

Com essas novas informações o grupo deverá refazer a tabela anterior listando os fatores genéticos que está na caderneta de viagem de cada scoiso.

	Scoisinho 1	Scoisinho 2	Scoisinho 3	Scoisãõ A	Scoisãõ B
Sexo					
Cor da antena					
Cauda					
Asas					
Dedos					
Crina					

Agora o grupo deverá comparar as duas tabelas e a relação entre as características do Scoisãõ e Scoisinhos

Com esses novos dados o grupo consegue dizer quem são irmãos?

## Apêndice 2 - Investigando Scoisópolis

Material original - Revista Genética na escola vol. 14, número 1, 2019. Páginas 55 a 67

Disponível - <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2019.314>

Material de aprofundamento

### Atividade "Filho de Scoisos, Scoisinho 2", modificada para impressão.

#### MATERIAIS DA ATIVIDADE

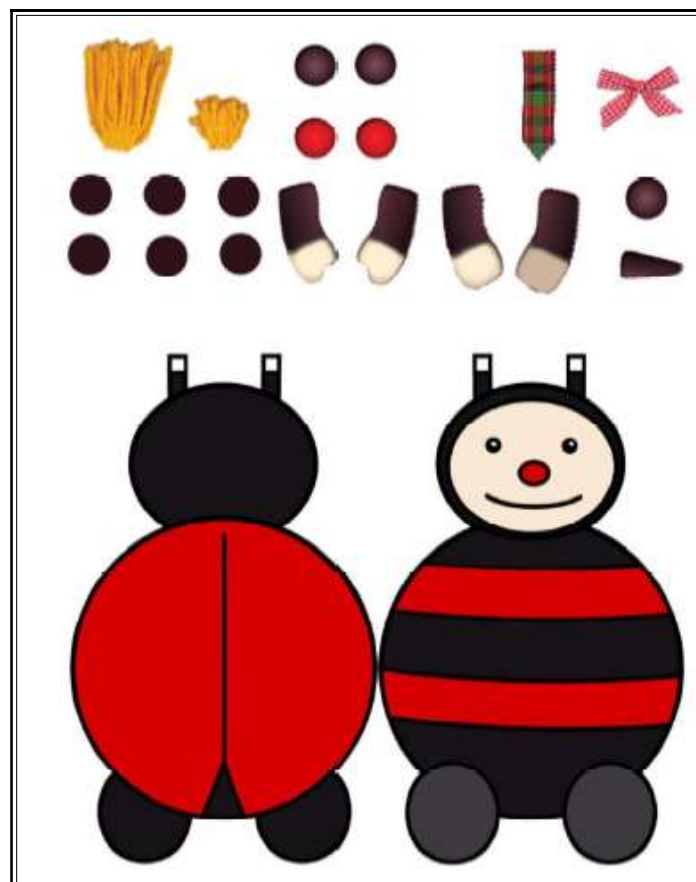
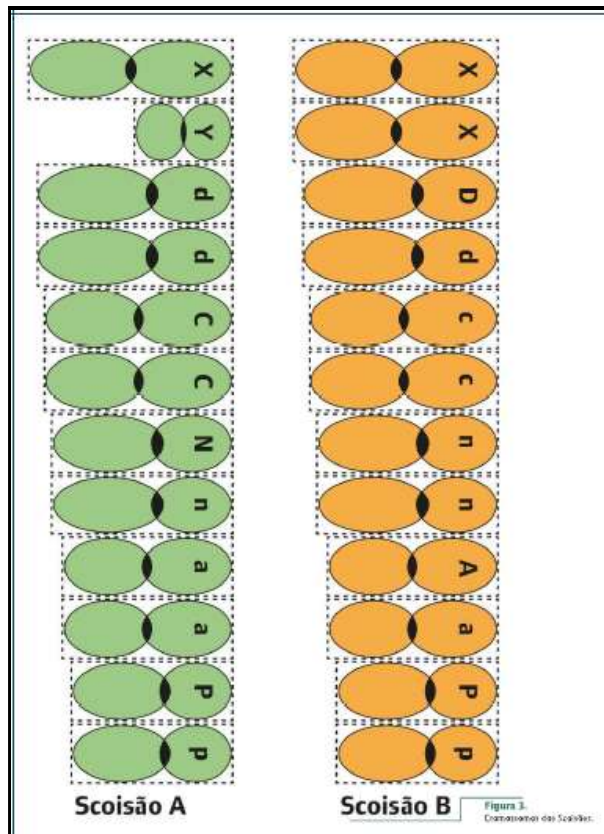
- 1) Tabela de correspondência dos fatores [Figura 2];
- 2) Pacote com cromossomos do Scoisão A (cromossomos verdes) [Figura 3];
- 3) Pacote com cromossomos do Scoisão B (cromossomos laranjas) [Figura 3];
- 4) Placa com moldes das características para montagem dos Scoisinhos [Figura 4];
- 5) Três envelopes nomeados ÓVULO; outro, ESPERMATOZOIDE; e outro ZIGOTO.

#### PROCEDIMENTOS

- 1) Colocar os cromossomos laranjas virados com a letra para baixo, pegar um cromossomo de cada tamanho e colocar no envelope ÓVULOS;
- 2) Em seguida fazer o mesmo com os cromossomos verdes, mas dessa vez colocá-los no envelope ESPERMATOZOIDES;
- 3) Juntar dois envelopes no envelope ZIGOTO;
- 4) Retirar cromossomos do envelope ZIGOTO e formar pares de cromossomos de acordo com o tamanho;
- 5) Utilizando a tabela de correspondência dos fatores, interpretar o código das letras dos cromossomos e montar o filho dos Scoisos, o Scoisinho, com os moldes de características.

	Características	Letras	Aparência das características
	<b>Sexo</b>	XX XY	Fêmea (laço) Macho (gravata)
	<b>Antena</b> (cor)	AA Aa aa	vermelha vermelha preta
	<b>Cauda</b> (forma)	CC Cc cc	alongada alongada esférica
	<b>Pinta nas asas</b>	PP Pp pp	ausentes ausentes presentes
	<b>Dedos</b>	DD Dd dd	ausentes ausentes presentes
	<b>Crina</b> (comprimento)	NN Nn nn	curta curta longa

Figura 2.  
Tabela de correspondência dos fatores (modificada de OYAKAWA et al.).



## Apêndice 3 - Material 2: Semelhanças e Diferenças.

### A GENÉTICA EM NOSSA VIDA

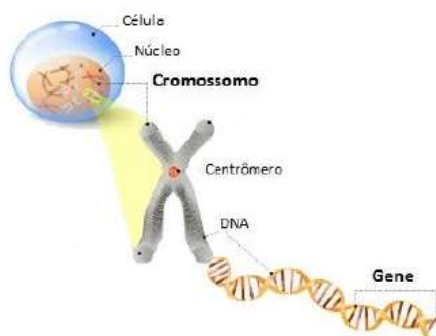
Desde o início da formação do embrião, ainda no útero da sua mãe, a genética já afetava o seu corpo, ou o que viria a ser o seu corpo. No comecinho, quando o óvulo da sua mãe foi fecundado pelo espermatozoide do seu pai deu-se a partida para que essa nova célula se dividisse para virar você. Ali, já existiam as informações para quase tudo o que você poderia ser. A maior parte dessas informações passa através daquela famosa molécula: o DNA.



DNA, ESCUTAMOS MUITO ESSA PALAVRA NA TV, NA ESCOLA, NAS REDES SOCIAIS, EM FATOS POLÊMICOS, MAS AFINAL, O QUE É DNA PARA O GRUPO?

Dentro de cada uma de nossas células, mais especificamente no núcleo celular, encontramos a molécula de DNA. Está organizado em um conjunto de estruturas, que recebem o nome de cromossomos.

Essas estruturas carregam nossa informação genética, os genes! Os genes possuem a receita que irão coordenar desde a cor dos olhos, até predisposição para alguma doença, por exemplo.



Pensando nessa molécula - o DNA - e como as informações das nossas características estão nela, existe possibilidade de ter pessoas iguais?

### VOCÊS SABEM O QUE É UM SÓSIA?

Dizem que todos nós temos um sósia - alguém parecido com você. A ideia povoa o imaginário popular há milênios. Mas será mesmo verdade? Vivemos em um planeta com mais de 7 bilhões de pessoas, portanto alguém por aí tem o mesmo rosto que você?

Pesquisei aqui e veja o que descobri:

Irmã gêmea de Douglas Souza? Semelhança de pernambucana com jogador de vôlei repercute nas redes sociais.



Douglas Souza e Danica Menezes - FOTO: Reprodução/Redes sociais

Veja isto aqui, achei bem interessante:

O site "Twin Strangers" tem feito sucesso ao localizar pessoas que são idênticas, que mais parecem gêmeas, apesar de não terem nenhum parentesco. Um caso que chamou atenção foi o das americanas Jennifer, de 33, e de Ambra, de 23.



Apesar da diferença de idade, Jennifer, de 33, e Ambra, de 23, parecem gêmeas (Foto: Reprodução/YouTube Twin Strangers)

4/11

Os sócias apesar das semelhanças não possuem grau de parentesco, sendo assim como o grupo entende essas semelhanças em relação ao material genético?

## MAS AFINAL, COMO PODEMOS ENTENDER AS SEMELHANÇAS ENTRE OS SÓSIAS?

### O que dizem os especialistas?

Baseado no princípio de que parentes apresentam similaridades morfológicas (porque têm carga genética semelhante), assume-se que espécies mais parecidas teriam mais características morfológicas em comum. No entanto, a ocorrência de "sósias" na espécie humana, mostra que as similaridades não são restritas a parentes. Os sósias surgem de um "acaso" genético: mesmo sem grau de parentesco, dois indivíduos podem apresentar certos conjuntos genéticos em comum, o que pode lhes conferir características morfológicas similares. Dessa forma, essas pessoas não possuem o mesmo material genético, são apenas similaridades.

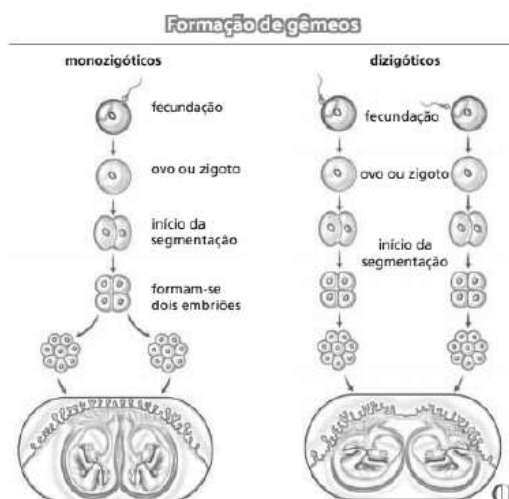
Texto adaptado: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-36846291>

## VEJAMOS AGORA O CASO DE GÊMEOS

Alguém do grupo conhece algum gêmeos? Já observou se eles possuem as mesmas características?

### VOCÊS SABEM COMO ACONTECE A FORMAÇÃO DE GÊMEOS?

Os gêmeos nascem a partir de um fenômeno embriológico, que resulta na formação de duas (ou mais) crianças ao invés de uma, chamada de gestação gemelar. Observe a imagem abaixo.

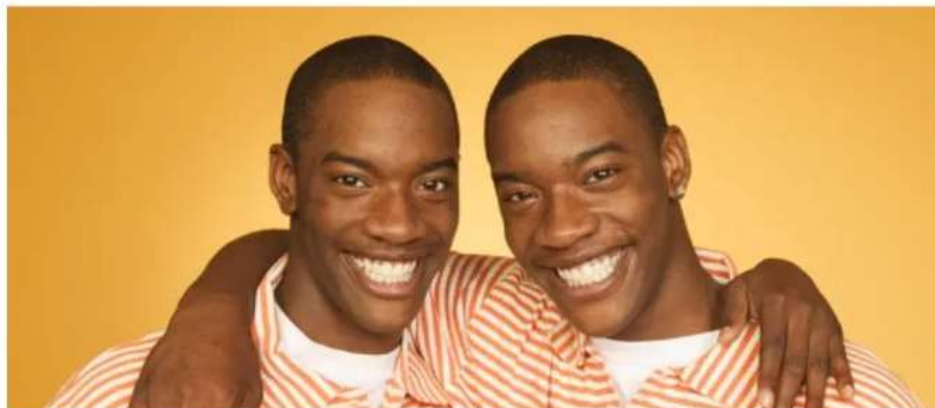


Para o grupo, irmãos gêmeos possuem o mesmo material genético? Por quê?



## VEJAMOS O QUE ESTA REPORTAGEM DIZ SOBRE GÊMEOS

Por **Carolina Fioratti** Atualizado em 27 jan 2021, 16h58 - Publicado em 8 jan 2021, 20h28



Mas e se gêmeos *não fossem* exatamente iguais geneticamente? É isso que afirma uma pesquisa publicada nesta quinta-feira (7) no periódico *Nature Genetics*. De acordo com pesquisadores da farmacêutica islandesa deCODE, os gêmeos idênticos passam por diferentes mutações durante o crescimento embrionário. Ou seja: antes mesmo de nascerem já sofrem alterações aleatórias em suas sequências de DNA que os tornam, ainda que de forma sutil, diferentes.

Terminamos aqui nosso momento GENÉTICA! Espero que tenham gostado do assunto e das nossas trocas!



Mas afinal, depois de tantas trocas o que mais chamou a atenção do grupo sobre a genética dos gêmeos e sócias?

Teria outro tema sobre genética que gostariam de saber mais?

#### Apêndice 4 - Material 3: Variabilidade Genética

Chegamos ao final da pesquisa e fizemos algumas construções importantes de ideias e informações ao longo do nosso percurso investigativo.

Discutimos as similaridades e variações entre gêmeos e sócias, realizamos uma prática sobre genótipo e fenótipo de personagens fictícios, os Scoisos.

Até aqui, o que mais chamou a atenção do grupo sobre esse tema?

Para finalizarmos, vou propor um último desafio! Leia as informações a seguir:

Esta é a fazenda de Joaquim, ele planta durante o ano milho e feijão. Sua plantação é para subsistência da sua família. As sementes que ele utiliza na sua plantação são retiradas do próprio cultivo.



Esta é a fazenda Modelo, são vizinhos do Joaquim e grandes produtores de milho em larga escala para exportação.



As sementes dessa fazenda são manipuladas em laboratórios para uma produção homogênea para que as espigas sejam todas iguais em tamanho, cor e quantidade de grãos.



Uma certa doença causada por um fungo acometeu várias plantações de milho nessa região e na fazenda Modelo comprometeu a qualidade de todas as espigas cultivadas.



Na fazenda do Joaquim, a doença também atingiu a plantação, mas não foram todas as espigas que ficaram doentes como aconteceu na fazenda modelo.



Ainda bem que o Joaquim conseguiu colher algumas espigas boas da sua plantação!

Mas afinal, por que todas as espigas de milho da fazenda Modelo ficaram acometidas pela doença e na plantação do Joaquim somente algumas espigas ficaram doentes?